

Figura 15.4-2 Sección típica de la Rampa

## 15.5. DISEÑO DE PUENTES

### 15.5.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO

#### (1) Puente Existente

En la Ciudad de Bogotá, se han construido muchos puentes elevados en intersecciones principales. Los tipos de estos puentes son el de viga de concreto fundida en situ, la viga concreto pretensado (CP), de viga de caja metálica etc. Aquellos que se han construido recientemente, son de concreto pretensado. De acero no se adoptan ya que son de costo más alto debido a que los materiales tienen que ser importados, no hay siderúrgicas en la ciudad y se requiere adicionalmente el mantenimiento regular posterior y el repintado.

También se han construido muchos puentes peatonales. El tipo de estos de estos puentes es el de puente de viga de concreto, puente de vigas de celosía, puente de viga de acero, puente de acero, de acero colgante de cables, etc. Los puentes peatonales construidos recientemente se diseñan para servir a la situación futura.

La condición del terreno de la Ciudad de Bogotá es muy blanda a excepción de los cerros orientales y se han observado asentamientos en las proximidades de los puentes existentes en ciertas zonas. Trabajos de gran magnitud de mejoramiento de suelo para terrenos blandos parecen no haber sido aplicados a la construcción de los puentes existentes. Por lo tanto, se requiere trabajo apropiado de cálculo al momento de diseñar los puentes.

Las columnas de los puentes existentes parecen ser delgadas, sin embargo, en 1995, una regulación para el diseño antisísmico fue establecida por El Departamento de Vías del Ministerio de Transporte y la estabilidad contra la energía sísmica está siendo mejorada para la construcción de puentes nuevos.

## (2) Condición de Sub Suelos

La Ciudad de Bogotá se ubica en una cuenca, que era pantanosa originalmente; el suelo blando se depositaba en lo profundo desde la superficie del terreno. La piedra arenosa se dispersa sobre una superficie de terreno cerca a los cerros orientales. La piedra arenosa puede observarse a una profundidad relativamente somera, inferior a los 30 mts. entre la Avenida 7a y la Avenida Caracas. La piedra, arenosa como estrato de fundación, es difícil de encontrar aún a una profundidad mayor de 100 mts. al lado Occidental de la Avenida Caracas y no se puede observar ninguna capa firme como estrato portante.

La condición del terreno de la Ciudad de Bogotá se clasifica en las siguientes tres zonas:

- 1) Area donde está expuesta la piedra arenisca, como lecho de fundación: Desde los cerros orientales hasta la Avenida 7ª.
- 2) Area donde la piedra arenisca, como lecho de fundación, puede observarse a menos de 30 mts. Entre la Avenida 7a y la Avenida Caracas.
- 3) Area donde el suelo blando continúa y los estratos portantes no pueden confirmarse: A partir del lado occidental de la Avenida Caracas

Un corte - sección geológica de la Ciudad de Bogotá se muestra en la Figura 15.5-1.

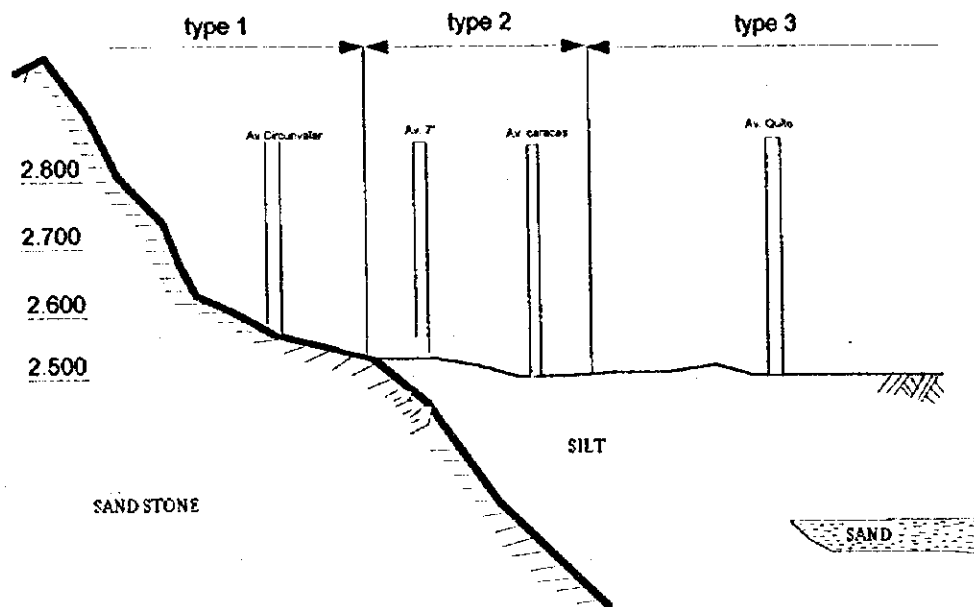


Figura 15.5-1 Sección Geológica de la Ciudad de Bogotá

## (3) Adquisición de Materiales

Los principales materiales usados para la construcción son el cemento, los agregados, barras de refuerzo, el cable de pretensado y aceros tales como acero laminado y acero en perfiles. El cemento puede procurarse 100% en la ciudad de Bogotá y de buena calidad. También hay agregados disponibles. El concreto premezclado de alta calidad está siendo entregado listo a cualquier lugar de la ciudad.

Al igual que el cemento, se producen y también despachan en el país barras de refuerzo.

Aceros, tales como cable pretensado, lámina de acero y acero de sección tienen que ser importados debido a la insuficiencia de acerías en el país.

#### (4) Capacidad Técnica

Ya se han construido en la Ciudad de Bogotá diversos tipos de puentes tales como puente de concreto reforzado, puente de acero pretensado y puente de acero. La capacidad técnica para la construcción de puentes se considera como de alto nivel. Hay varios contratistas y consultores de puentes y se contratan muchos ingenieros experimentados y calificados. Las estructuras existentes se han construido siguiendo las normas AASHTO, que son las Normas Estadounidenses, sin embargo, las especificaciones y normas originales fueron establecidas recientemente.

La técnica de construcción de puentes en el país es suficiente para cumplir con el requerimiento de la estructura y tipo de puente en el estudio presente y no se prevé ningún problema.

### 15.5.2. CRITERIOS DE DISEÑO

#### (1) Normas de Diseño

El Instituto Nacional de Vías estableció sus propias normas (Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes) en 1995 y este estudio sigue básicamente esta norma. Esta norma es con base en AASHTO y modifica la carga viva original y la carga sísmica de Colombia.

#### (2) Carga Viva

La carga viva usada para el diseño de estructuras en Colombia se especifica en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes. En este estudio, el diseño se ha hecho básicamente sustentado en esta carga viva y debido a ser la estructura más importante en el área capital, se aplica la carga viva más pesada de C40-95 (Figura 15.5-2).

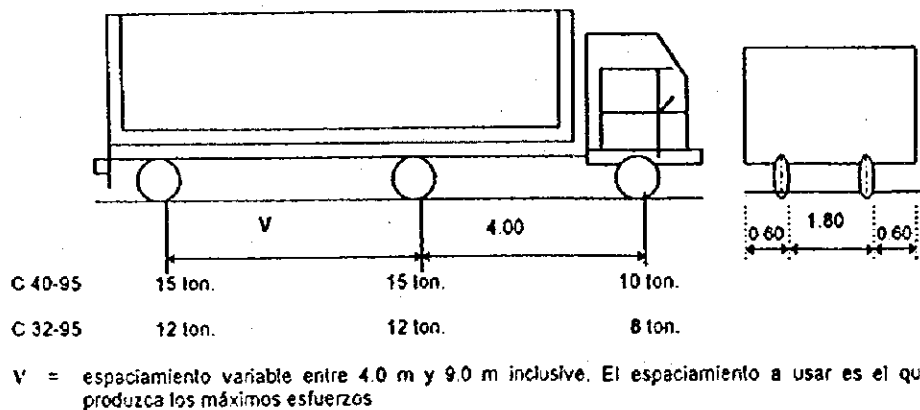


Figura 15.5-2 Carga Viva (C40-95)

El gálibo del puente es una vía de anchura horizontal y 4.5 mts. verticales como se muestra en Figura 15.5-3.

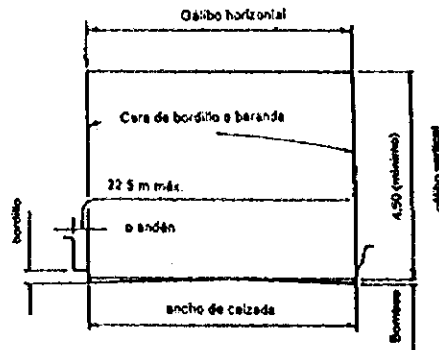


Figura 15.5-3 Gálibo de Carril

### (3) Carga Sísmica

Muchos sismos golpean a la Ciudad de Bogotá incluyendo uno de magnitud 8 en 1917. Hay buenas posibilidades de tener un sismo de escala grande en el futuro debido a que algunas fallas se encontraron alrededor de la ciudad. En este estudio, el coeficiente de aceleración "A" en la Ciudad de Bogotá se determina como  $A=0.2$  siguiendo el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes. Adicionalmente, el radio de la fuerza horizontal contra la fuerza vertical lograda desde el coeficiente de aceleración se determina como  $C_s=0.17$ .

### (4) Materiales

La resistencia de los materiales principales es como se muestra en Tabla 15.5-1. La resistencia del concreto se decide desde la situación actual en la ciudad y la resistencia del acero sigue a ASTM.

Tabla 15.5-1 Resistencia de Materiales

Materiales	Nota	Resistencia
Concreto	Para superestructura Para Subestructura Para pretensados	$F_c=280\text{kgf/cm}^2$ $F_c=210\text{kgf/cm}^2$ $F_c=350\text{kgf/cm}^2$
Barra de refuerzo	(Grado 40)	$F_v=2.800\text{kgf/cm}^2$
Acero pretensado	(Grado 270)	$F_v=161\text{kgf/cm}^2$
Acero de estructura	(M-183)	$F_u=4.000\text{kgf/cm}^2$

Nota:  $f_c$ : Resistencia especificada de concreto a la compresión a los 28 días  
 $f_v$ : La resistencia especificada de rendimiento de refuerzo  
 $f_u$ : La resistencia mínima de tensión

### 15.5.3. DISEÑO DE SUPERESTRUCTURA

#### (1) Condiciones Generales

En general, la superestructura de puentes se clasifica como Concreto Reforzado, Concreto Pretensado y Acero y la aplicación estándar de luz de cada tipo se muestra en la Tabla

15.5-2. Como se dijo en el Capítulo 15.5.1 (1) todos los puentes que se construyeron recientemente en la ciudad son los puentes de concreto. Aun en este estudio, la superestructura se diseña básicamente como puente de concreto, considerando la disponibilidad de materiales, economía y mantenimiento.

El puente de concreto se clasifica como CR (Concreto Reforzado) y CP (Concreto Pretensado). CR se aplica para las luces cortas, La CP se aplica para las luces medias y largas. Lo económico de la luz depende de la condición de terreno. Si la condición de terreno es buena y dura, aplicar CR para la superestructura es económico y permite aplicar luces cortas debido a que la subestructura y los costos de fundación son bajos. Si la condición de terreno es pobre y blanda, es económico aplicar LA CP para superestructura y hacer luces medias debido a que el costo de fundación es alto. En general, para luces de más de 30 metros, el costo de la superestructura aumenta drásticamente por lo tanto, se dice que en luces de 25~30 metros es muy económico. Desde un punto de vista futurista se ha dicho que el tipo de puente de altura menor de viga y menor número de columnas es el más atractivo. Tomando en cuenta los factores anteriores, la Autopista de viaducto se planifica como LA CP de 30 metros de luz estándar.

Tabla 15.5-2 Tipo de puente y Aplicación de luz estándar.

Tipo de superestructura		Luz del Puente (metros)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
C. R	C. R. Viga simple en T		■	■	■							
	C. R. Placa aligerada		■	■	■							
	C.R. Viga de Cajón		■	■	■							
C. P	C. P. Placa Aligerada				■	■						
	C.P. Viga Simple					■	■	■				
	C.P. Viga simple en "T"					■	■	■				
	C.P. Viga de cajón simple					■	■	■				
	C.P. Viga de cajón continuo					■	■	■	■	■	■	■
S	Viga simple de acero				■	■	■					
	Viga simple de cajón de Acero					■	■	■				
	Viga continua de Acero							■	■	■	■	■

Nota: C.R. Concreto reforzado  
 C. P. Concreto Pretensado  
 A. Acero

**(2) Plan General**

El viaducto para la Autopista de Anillo Interior (AAI) planeada en este estudio tiene 16.44 kms. de longitud y cuatro rampas de entrada y salida. El tipo de superestructura se clasifica en los siguientes ocho tipos.

- Tipo 1: Dos calzadas dobles conjuntas con luz estándar de 30 metros.
- Tipo 2: Dos calzadas dobles separadas con luz estándar de 30 metros.
- Tipo 3: Intersección con 30 metros de luz estándar.
- Tipo 4: Intersección con 50 metros de luz
- Tipo 5: Parecido a Tipo 1 pero con 40 metros de luz.
- Tipo 6: Parecido a Tipo 2 pero con 40 metros de luz
- Tipo 7: Parecido a Tipo 1 pero con 30~50 metros de luz.
- Tipo 8: Parecido a Tipo 2 pero con 50 metros de luz.

El tipo 1 y el tipo 2 se describen en este párrafo, Tipo 3 y Tipo 4 se describen en el párrafo (3) y Tipo 5 a Tipo 8 se describen en el párrafo (4) respectivamente. El puente estándar de luz de 30 metros se clasifica según los siguientes cuatro tipos de estructura juzgados en la Tabla 15.5-2.

- 1) Placa Aligerada
- 2) Viga Simple
- 3) Viga en "T" Simple
- 4) Viga de Cajón

Desde el punto de vista económico, la Viga de cajón es relativamente costosa, sin embargo, los otros tipos no tienen mucha diferencia. Debido a la estructura larga continua, debe tenerse en consideración el punto de perspectivas futuras. Desde este punto de vista, la placa Aligerada es la más atractiva debido a que la viga es fundida in situ, la forma puede seleccionarse y la altura puede rebajarse. Por otra parte, altura de viga de la Viga Simple y la viga simple en T son más altas y feas, y por eso estos tipos se consideran menos atractivos. Desde el punto de vista de construcción, la Viga Simple y la viga en T tienen ventajas debido a que no se requiere ningún apoyo al tiempo de erección debido a ser vigas prefabricadas fragmentarias. Sin embargo, el viaducto se diseña para tener espacio suficiente para sobrepasar puentes peatonales. Tipos de puente como el de placa aligerada y la Viga de Cajón, requieren apoyos para su erección y fundición del concreto, con los que también hay que contar.

Tomando en consideración los hechos mencionados, se escoge para la Autopista la placa aligerada que es superior en la economía y proyección. Adicionalmente, es más ventajoso para tener viga continua que viga simple, 3 luces continuas se aplican para la sección estándar. La sección de las calzadas dobles conjuntas y calzadas dobles separadas se muestran en la Figura 15.5-4.

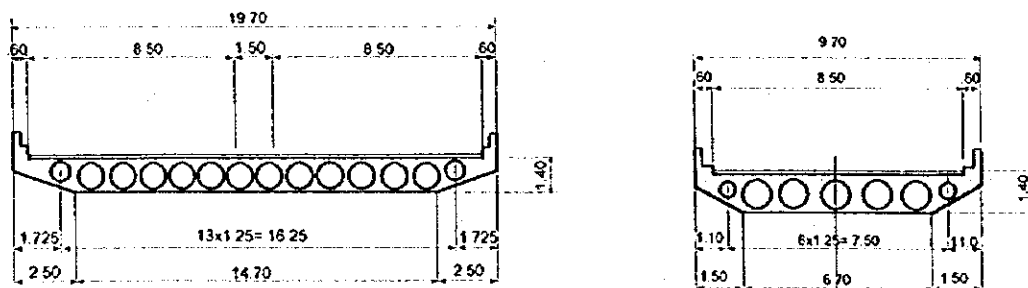


Figura 15.5-4 Sección Típica de Superestructura

### (3) Sección de la Intersección

El tipo de Superestructura en la intersección debe ser de placa aligerada continua. Sin embargo, en las rampas de acceso en la Avenida Quito y en el empalme de la Avenida Jiménez, donde es imposible proveer un intervalo estándar de 30 metros, se aplica la Viga de caja de Acero de 50 metros de luz. Lo anterior, debido a que es más económico tener tanto como sea posible, luces más largas con menor peso de superestructura. La sección típica de superestructura en la intersección se muestra en la Figura 15.5-5.

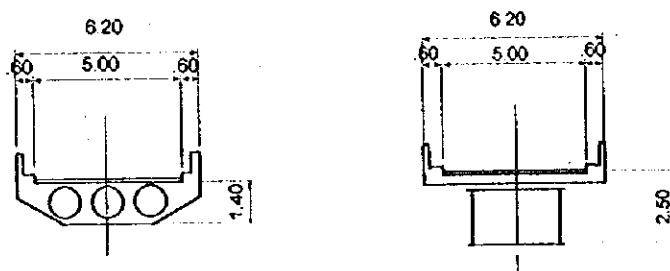


Figura 15.5-5 Sección Típica de Superestructura en la Intersección

### (4) Sección Especial

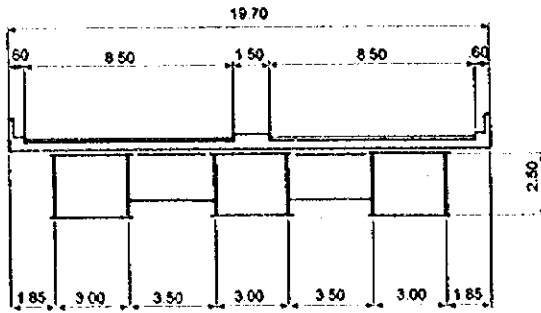
La sección especial se define como el lugar donde se cruza con los pasos elevados existentes, hay los dos casos siguientes.

- 1) La calle cruza la Avenida Quito por paso elevado.
- 2) La Avenida Quito cruza la Calle por paso elevado.

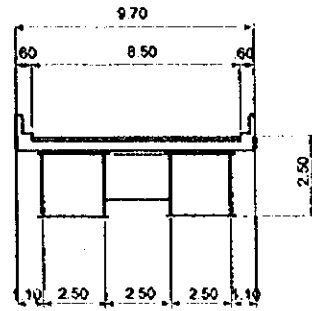
Para el caso 1), puede aplicarse el viaducto de 40 metros de luz, sin embargo, debido al espacio insuficiente para armar apoyo debajo de las vigas, la Viga Compuesta Simple fragmentaria prefabricada que se usa usualmente en la ciudad tiene que ser aplicada para la superestructura. En el empalme donde Avenida Quito cruza la Calle 45, debe aplicarse una viga de caja de acero de 50 metro de luz debido a que es imposible de proveer columnas en un intervalo de 40 metros.

El caso 2) se aplica para empalmes a la Avenida Quito, la Autopista El Dorado y la Avenida de Las Américas y a la unión de la Avenida Quito y la Avenida Jiménez de Quesada. En el empalme a la Avenida Jiménez de Quesada, el peso de la superestructura tiene que ser muy ligero debido a que el marco rígido la columna es más amplio, por lo que se aplica viga de Acero Simple de 30 metros de luz. La luz en el empalme con la Autopista El Dorado y con la Avenida de las Américas, tiene que ser más larga y el número de apoyos tiene que ser minimizado, desde el punto de vista económico, aunque se emplee una Viga de Caja de Acero de 50 metros de luz. Adicionalmente, en el empalme en la Calle 100, está construida una glorieta con cruce subterráneo, con lo que la posición y el número de apoyos está limitado y por consiguiente también se aplica una viga de caja de acero de 50 metros de luz.

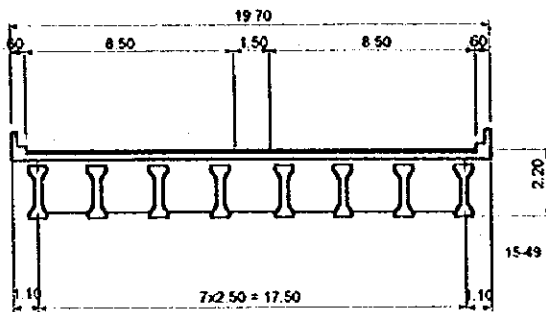
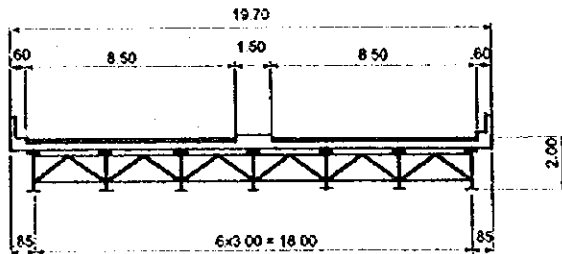
Las secciones de las superestructuras de tipo especial son como se muestra en la Figura 15.5-6.



STEEL BOX GIRDER



STEEL PLATE GIRDER



P.C. SIMPLE COMPOSITE GIRDER

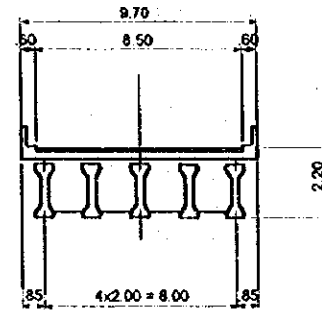


Figura 15.5-6 Sección Típica de Superestructura sobre el segmento Especial



### 15.5.4. DISEÑO DE SUBESTRUCTURA

#### (1) Condiciones Generales

Es usual construir subestructuras de concreto CR desde el punto de vista económico. La subestructura de viaducto que consiste principalmente de pilares contrafuertes es únicamente usada para la aproximación. El tipo de pilotes y su profundidad de aplicación se hace como figura en la Tabla 15.5-3.

El tipo de pilotes y su forma son definidas por su posición, determinada por el ancho de la superestructura, posición de la calzada y ancho del pilote. Como se muestra en la Figura 15.5-7, la altura libre planificada de la calzada es de 11 metros sobre la superficie de la vía en la sección estándar que permite el paso de los puentes peatonales, y de 14 metros desde la superficie de la vía al empalme para que permita el paso de los puentes elevados existentes. Al tomar en consideración el factor mencionado, los tipos de subestructura se clasifican dentro de los siguientes tres grupos, a partir de la Tabla 15.5-3.

- 1) Tipo de Columna
- 2) Tipo de Marco Rígido
- 3) Tipo de Muro

La selección de cada tipo se ha hecho mediante un estudio cuidadoso de la alineación de la ruta de Autopista. Para el estribamiento, debido a lo blando del terreno a todo lo largo de la ruta, el asentamiento del terreno detrás del estribamiento por el relleno se contempla ampliamente, así la altura del relleno será limitada entre 3 metros y 5.5 metros en su máxima altura. Muros de contención en forma de "U" se proveen detrás del estribamiento que linde para que apoye rellenos por las pilas de estribamiento como un contramuro para el terreno blando.

Tabla 15.5-3 Tipo de pilote y Aplicación estándar de Altura

TIPO		Altura (metros)					Comentarios
		0	10	20	30	40	
P-1	Tipo de Columna	0 ■ ■ ■ ■ ■	15 ■ ■				
P-2	Tipo de Marco Rígido (1 Piso)	5 ■ ■	15 ■ ■				
P-3	Tipo de Marco Rígido (2 Pisos)		15 ■ ■	25 ■ ■			
P-4	Tipo Muro		10 ■ ■ ■ ■ ■	30 ■ ■ ■ ■ ■			
P-5	Corte de Tipo Pared II			25 ■ ■	40 ■ ■ ■ ■ ■		

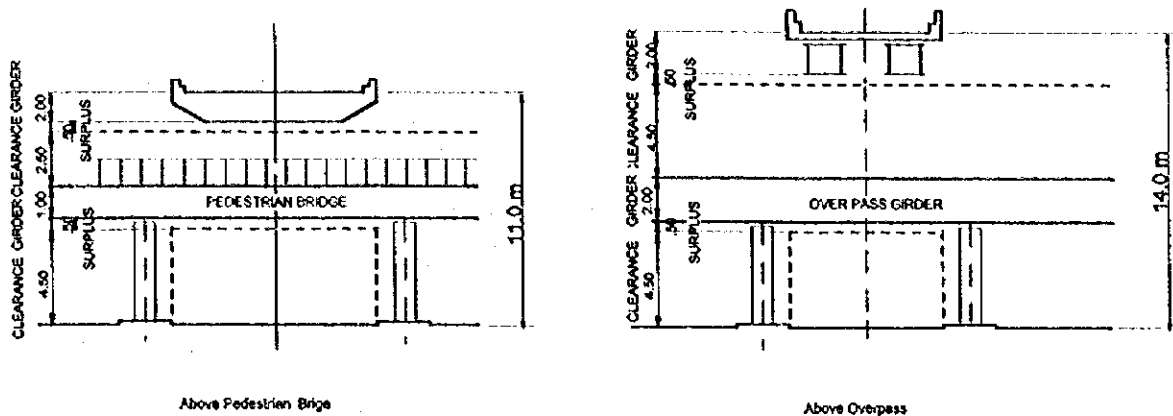


Figura 15.5-7 Gálibo Vertical del Puente

**(2) Plano Total**

En esta parte se planean 683 Pilares tanto para Rampa, como para Calzada principal del viaducto de Autopista. El tipo de subestructura se clasifica dentro de los siguientes siete tipos.

- Tipo A : Pilar tipo Muro para apoyar calzadas combinadas de doble carril.
- Tipo B : Pilar de Marco Rígido para apoyar calzadas combinadas de doble carril.
- Tipo C : Columna tipo Pilar para apoyar las calzadas separadas de doble carril.
- Tipo D : Pilar de tipo Columna para apoyar rampas de ingreso y salida.
- Tipo E : Pilar tipo Muro para apoyar aproximación a rampas de ingreso y salida.
- Tipo F : Estribo en el acceso.
- Tipo G : Estribo Tipo Marco de Acero Rígido para dar espacio mas ancho entre columnas.

Tipos A~C se describen en esta fase, Tipos D~F se describen en el párrafo (3) y Tipo G se describe en el párrafo (4) respectivamente. Tipo A se aplica para sobre Calle 100, debido a que en el separador del centro la anchura es de 6 metros. Comparado con el ancho de la superestructura, el ancho inferior es más estrecho, se adopta la forma mas estrecha de pilar. El tipo B se aplica para la Avenida 7a, el costado sur de la Calle 68, sobre la Avenida Quito y sobre la Calle 6. El Tipo C se aplica entre la Calle 100 y la Calle 68 sobre la Avenida Quito donde los pilares están focalizados en el separador lateral. La sección de cada tipo es como se muestra en la Figura 15.5-8.

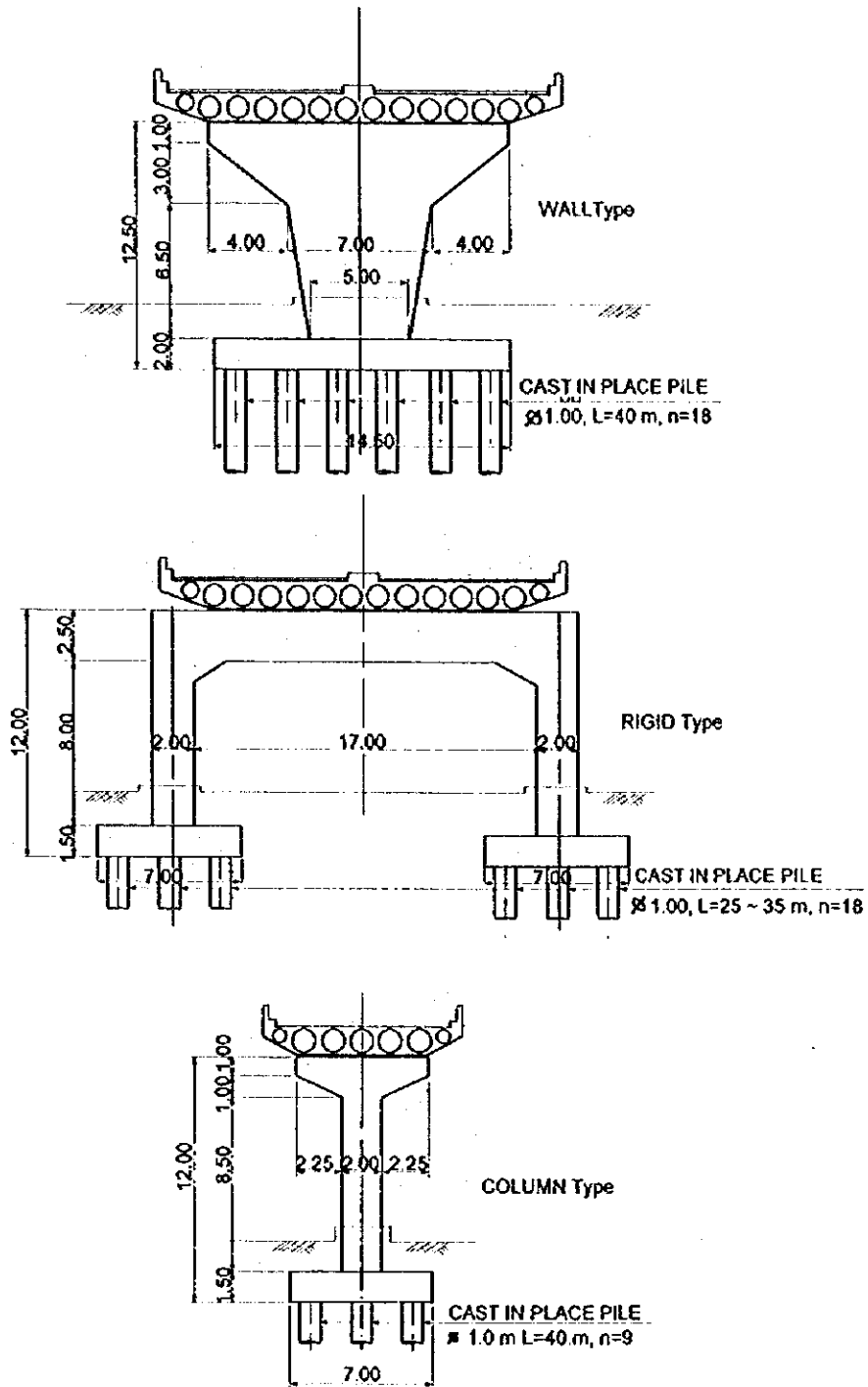


Figura 15.5-8 Secci3n Típica de Subestructura

(3) Intersección

El tipo D se aplica para las rampas de Ingreso y salida cerca de la Avenida 24 y Avenida Jiménez de Quesada debido a que la rampa debe soportarse a sí misma. El Tipo E se aplica para las rampas de Ingreso y salida en la Avenida 7a que es el extremo Norte de la Autopista debido a que una futura extensión tiene que ser considerada. La sección de cada tipo es como se muestra en la Figura 15.5-9.

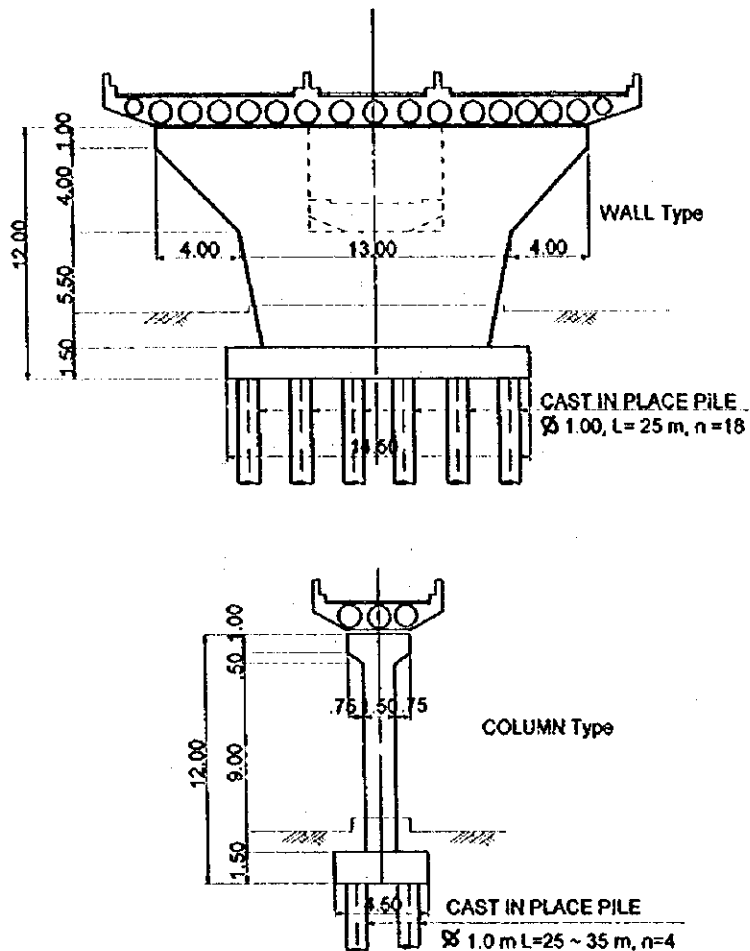


Figura 15.5-9 Sección Típica de Subestructura en la Intersección

#### (4) Sección Especial

El Tipo F se aplica para los empalmes de la Avenida Quito con la Calle 45, Autopista El Dorado, Avenida de las Américas y Avenida Jiménez de Quesada. Esto debido a que las posiciones de los pilares se limitan y en vez de CR, se requieren Vigas y Columnas de Acero para que apoyen la calzada. Nunca se han construido en la ciudad Pilares de Acero, sin embargo, este tipo se usa comunmente para autopistas urbanas elevadas en el Japón y los E.E.U.U. con muchas experiencias. La sección del pórtico es como se muestra en la Figura 15.5-10.

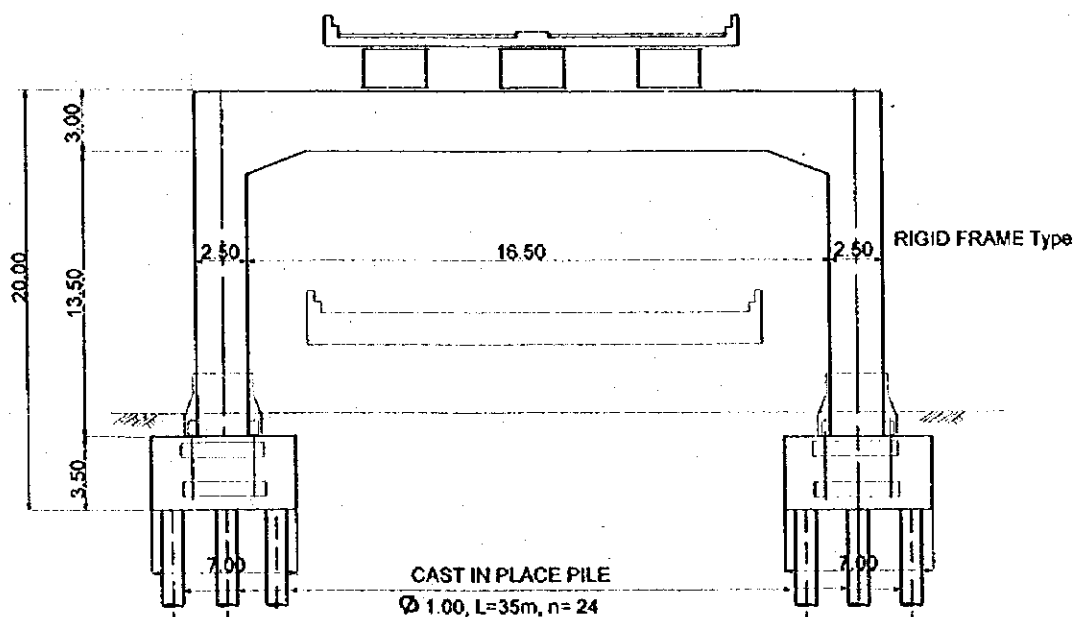


Figura 15.5-10 Sección Típica de Subestructura

#### 15.5.5. DISEÑO DE FUNDACIONES

##### (1) Condiciones Generales

La condición de terreno en la ruta planeada es el suelo blando, que continúa desde la superficie hasta muy profundo, por lo tanto, la fundación de pilares se aplica a todas las estructuras. Es necesario considerar de método adoptado en el pilotaje de los trabajos para evitar el ruido, la vibración, etc. que afecta las condiciones ambientales de la ciudad. Se recomiendan el pilote CR perforado en-situ y/o pilotes prefabricados.

Los pilotes perforados en-situ CR de diámetro 0.6~0.8 m. se usan habitualmente para las fundaciones de puente en la ciudad debido a la disponibilidad de materiales y equipo. En la Tabla 15.5-4 se muestran los Tipos de pilar y profundidad de instalación.

Tabla 15.5-4 Pilares y Aplicación estándar de Profundidad

Tipo	Profundidad					Condición del suelo		
	10	20	30	40	50	Arcilloso	Arenoso	Pedregoso
Pilote de acero	.....	.....	■■■■■	■■■■■	■■■■■	○	○	◆
Pilote CP		■■■■■	■■■■■			○	◆	X
Pilote fundido en sitio		■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	○	○	◆

Nota: ○ Aplicable      ◆:Considerable      X: No aplicable

### (2) Fundación de Pilotes

Se adoptan los pilotes CR fundidos en situ, de los que se tiene mucha experiencia debido a la disponibilidad de materiales y del equipo que se adopta para la fundación. En general, entre más grande la estructura de puente, un diámetro mayor de pilote tiene más ventajas, por lo que se recomiendan pilotes CR de 1.00 metro de diámetro. La longitud del pilote y su capacidad portante se consideran como sigue:

- 1) Para la sección de la Avenida 7ª, Pilote de 25 metros de largo, debido a que los estratos portantes existen a una profundidad relativamente baja, y la capacidad portante del pilote es de 300 toneladas en condición normal y 450 toneladas en condición sísmica.
- 2) Para la Avenida Quito de la Calle 100 a la Calle 68, se usan pilotes de rozamiento de 40 metros de longitud, debido a que no existe ninguna capa firme más allá de los 40 metros de profundidad y la capacidad portante del pilote es de 175 toneladas en condición normal y 270 toneladas en condición sísmica.
- 3) Para la Calle 68 de la Avenida Quito a la Calle 6, se usan Pilotes de 35 metros de longitud, debido a que la capa de arena delgada (1~3 metros de grosor) cuyo valor N es aproximadamente 30, existe a 35 metros de profundidad, y la capacidad portante del pilote es 200 toneladas en condición normal y 300 toneladas en condición sísmica.

## 15.6. ASUNTOS PARA EL DISEÑO POSTERIOR (PARA LA ETAPA DETALLADA DE DISEÑO)

### (1) Aclarar la Utilización del Area Existente de Ferrocarril

El ferrocarril existente pasa a través del segmento comprendido entre la Carrera 15 y la Calle 68 en la Avenida Quito existente, y el área de ferrocarril se reserva entre 15 a 25 metros de ancho. En la actualidad, no se han decidido aún el plan de desarrollo futuro del ferrocarril, así como el plan de uso del área de ferrocarril, re-ubicación del mismo, y mejora del sistema de ferrocarril. Cuando se comience el diseño detallado, estos factores desconocidos deberían definirse, y se desarrollará el diseño de mínimo costo.

### (2) Plantar Arboles en los costados de la Vía

El diseño preliminar de la Autopista Interior de Anillo se desarrolla considerando la conservación de los árboles al lado vía tanto como sea posible, sin embargo, muchos árboles laterales sobre la existente Avenida 7a, Calle 100, Avenida Quito, y Calle 6 deberían removerse. La re-plantación de los árboles existentes que son removidos por la vía se requiere en la medida de lo posible.

### (3) Identificar las redes Subterráneas

El diseño preliminar de la Autopista Interior de Anillo requiere compilar los datos de las redes subterráneas y para desarrollar el levantamiento del terreno; sin embargo, es muy difícil recuperar la información detallada de las redes subterráneas. Cuando el diseño detallado se elabore, estos datos deberían definirse para preparar el método de construcción y para mantener la seguridad de la construcción.

La ubicación de tuberías existentes principales de agua es como sigue:

a) Autopista Norte (punto de entrada a la Calle 129)	78 pulgadas
b) Autopista Norte (Calle 129 a Calle 92)	60 pulgadas
c) Avenida Boyaca (Calle 129 hasta el final)	78 pulgadas
d) Avenida Quito (Auto. Norte a Calle 68)	60.- 37 pulgadas

Las tuberías arriba mencionadas se ubican de 0.6 metros a 1.0 metros debajo del nivel existente de terreno. Las tuberías de agua menores tales como 24, y 17 pulgadas se ubican bajo las vías principales existentes.

### (4) Conseguir el Consenso de la Ciudadanía

Para quienes viven en Bogotá, puede considerarse que la voluntad de que se construya Autopista Urbana es únicamente para los propietarios de vehículos particulares, debido a que ésta vía puede usarse exclusivamente por éstos vehículos. También, ellos pueden preocuparse sobre la conservación de los aspectos ambientales naturales y sociales. Con anterioridad a la iniciación del diseño detallado para la Autopista de Anillo Interior, la necesidad de la vía, los beneficios económicos y sociales de la misma, y los efectos sobre el ambiente natural y social, deberían explicársele al ciudadano para conseguir el consenso de la ciudadanía. Para conseguir dicho consenso del ciudadano, la presentación de una conferencia con la participación de los habitantes puede necesitarse lo antes posible.

## 15.7. MANEJO DE AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR(AAI)

### 15.7.1. CONSERVAR EL NIVEL DE SERVICIO DEL TRÁNSITO EN LA AUTOPISTA

La AAI es presentada como una vía con peajes para vehículos particulares, con 2 carriles para cada sentido, y su velocidad de diseño es de 60 km./h a 80 km./h. Se requiere no solo conservar un buen nivel de servicio del tránsito, sino que también tener en cuenta la recaudación por peajes, ya que la AAI es una vía con este sistema.

Por ejemplo, en el caso de la autopista urbana del Japón, se conserva un cierto nivel de servicio del tránsito, cerrando la entrada de la rampa de la autopista, cuando se disminuye la velocidad del tránsito a menos de 20 km./h debido al aumento del volumen de tránsito. Desde este punto de vista, para mantener un cierto nivel del servicio de la AAI, es deseable introducir la medida del cierre de la entrada de la rampa, cuando se disminuye la velocidad a menos de 20km./h. Además, en caso de un accidente de tránsito, se cerrará la entrada de la rampa, al mismo tiempo que se restringe el tránsito.

Para este tipo de control, se requiere observar constantemente, instalando el equipo automático de observación sobre la vía, y además el manejo de la patrulla diaria de los carros también.

### 15.7.2. COBRO DE PEAJE Y SU MÉTODO

El volumen de tránsito de la vía con peaje es variable según su peaje. En este estudio, se hizo un diagnóstico del volumen de tránsito en el futuro sobre la autopista, suponiendo los 3 casos de peajes de 2.000 pesos, 3.000 pesos y 4.000 pesos. Según el resultado de la comparación entre el volumen de tránsito y su recaudación total en cada caso, se encontró que el peaje de 2.000 pesos podría tener la más alta ganancia, por lo tanto, se determinó el peaje con este valor. Además, se determinó el peaje del año 2015 en 3.000 pesos, aumentando solo 1.000 pesos durante los 15 años.

Debido a la introducción del sistema de tarifa única, el método más eficiente del cobro del peaje es ejecutarlo en la entrada de la rampa. Podría hacerse en la autopista, sin embargo, no es posible tener el espacio necesario para la caseta.

### 15.7.3. CAPACIDAD DEL TRÁNSITO EN EL PEAJE

Se requiere de 4 movimientos en el peaje como :

- 1) reducir la velocidad del vehículo
- 2) pagar,
- 3) recibir el vuelto y el recibo,
- 4) acelerar el vehículo.

Se necesitan entre 3 a 4 segundos para realizar estos 4 movimientos, según el resultado de la autopista urbana del Japón( sistema de tarifa única). Es decir, se estima que se demoraría entre 3 a 4 segundos para pasar un vehículo frente a un peaje. Según esta conclusión, el volumen de tránsito en un pasaje por hora sería de 900 a 1.200 vehículos/ hora.

Se estima que el volumen de tránsito en la rampa en el año 2015 será de 700 vehículos/ hora, por lo tanto, sería suficiente la instalación de una caseta por rampa. Sin embargo, en caso de que se superara el volumen de tránsito más de lo que se estima en el futuro, se instalaría otra caseta longitudinalmente que podrá aumentar la capacidad. Este sistema se observa ya en el peaje de la vía hacia La Carrera. Y en caso de que no sea suficiente con los 2 casetas longitudinalmente, sería necesario instalar otra caseta paralelamente, ensanchando la rampa.



**CAPITULO 16**  
**Estimacion de Costos y Planificacion de la Construccion**



## 16. ESTIMACION DE COSTOS Y PLANIFICACION DE LA CONSTRUCCION

### 16.1. GENERAL

En este capítulo se describe la planeación y programación de la construcción, así como también la estimación de los costos para las instalaciones del sistema de vía troncal de buses y la autopista de anillo interior. Tanto el planeamiento de la construcción como la estimación de costos son hechos con base en el diseño descrito en los capítulos 14 y 15.

Debido a que los trabajos de construcción se efectúan sobre las vías existentes de tránsito pesado, lo más aconsejable es seleccionar un método de construcción que evite interferir sobre el tráfico y que minimice tanto el costo como el período de construcción.

En la sección 16.2, se define el método más apropiado de construcción, el número de bloques y el programa de trabajo para cada proyecto. En la sección 16.3, se indica el volumen de trabajos de cada proyecto. En la sección 16.4, se indica el costo de cada proyecto que se compone del costo de construcción, el costo de compensación y adquisición de tierras, el costo de los diseños y el costo de cualquier contingencia. En la Sección 16.5, se manejan los costos de mantenimiento.

La capacidad técnica y de adquisición de materiales en la región han sido descritos previamente en la sección 15.5. DISEÑO DE PUENTES del capítulo 15.

Los proyectos se clasifican como:

- 1) *Instalaciones de vías Troncales de buses*
  - 1) Carrera 7a a Carrera 10a
  - 2) Autopista del Norte
  - 3) Avenida Caracas con el Viaducto Expreso de Bus
  - 4) Avenida Primero de Mayo
  - 5) Avenida Suba
  - 6) Avenida Suba 2 (Calle 127)
  - 7) Avenida Ciudad de Quito
  - 8) Autopista del Sur y Calle 6 con Pasos elevados y Viaductos
  - 9) Avenida 68 a Calle 100
  - 10) Calle 170
  - 11) Terminal Central de Bus Urbano
  - 12) Terminales Suburbanos de Bus
- 2) *Autopista de Anillo Interior (Avenida 7a ~ Calle 100 ~ Avenida Ciudad de Quito)*

### 16.2. PLANEACION DE LA CONSTRUCCION Y PROGRAMA

#### 16.2.1. PLANEACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN PARA LAS INSTALACIONES DE LA VÍA TRONCAL DE BUSES

##### (1) Carrera 7a a Carrera 10a (Longitud Propuesta = 24.06 km)

La extensión consta de tres secciones: la sección de la Autopista de Anillo específicamente Interior (Calle 123 a Calle 100 - sobre 2.1km), sección de doble carril en doble calzada de

vía troncal de buses (Avenida 10, Calle 125 a Calle 35 Sur, alrededor de 6.78km) y la sección restante para carril prioritario de bus, segregado de otros vehículos mediante el pavimento con asfalto de color.

El método de construcción de la sección de la Autopista de Anillo Interior es:

- 1) Reestructurar las calzadas (remoción y reconstrucción del sardinel de concreto, cunetas, separador, drenaje y andenes),
- 2) Escarbar el pavimento existente de concreto asfáltico en 4 cm de espesor,
- 3) Picar la base de la cubierta de asfalto,
- 4) Pavimentar,
- 5) Demarcar carriles y
- 6) Efectuar otros trabajos incidentales.

En la sección de la Carrera 10 (aproximadamente 6.78km), se proveen dos carriles de prioridad de buses. Y en la sección entre la Calle 20 Sur y la Calle 35 Sur (aproximadamente 1.4km), se proveen vías de buses de dos carriles contra el separador central (Ancho=8.0M).

El método de construcción para ampliar la sección es:

- 1) Quitar el separador central existente,
- 2) Excavar, tender geotextil y rellenar posteriormente con material selecto,
- 3) Colocar y compactar subbase y base,
- 4) Instalar sardineles, drenajes y separador de concreto,
- 5) Aplicar pavimento de asfalto y pavimento de color,
- 6) Demarcar carriles y
- 7) Efectuar otros trabajos incidentales.

## **(2) Autopista Norte ( Longitud Propuesta = 17.24km)**

Se proveen carriles dobles al lado del separador central, a lo largo de la extensión para el sistema de troncal de buses y para el sistema de buses expresos. Una línea de tubería de abastecimiento de agua potable (de 1,500mm de Diámetro) para la ciudad en su primera sección corre bajo el terreno a lo largo del separador central de la Autopista Norte entre el terminal suburbano de buses y la Calle 172 (aproximadamente 7.4km), y en su segunda sección corre debajo del terreno a lo largo del costado derecho del separador central entre la Calle 172 y la Calle 129 (aproximadamente 4.3km).

La primera sección mencionada arriba requiere pavimento de color para los carriles de prioridad de buses y también pavimento sobre la parte de la berma para proteger los carriles de prioridad de buses. El método de construcción de esta sección es parecido al de la Carrera 7ª-Carrera 10a.

En la segunda sección, según se menciona arriba, el eje central tiene que ser desplazado desde la línea actual aproximadamente 5.5 mts a la izquierda para proveer carriles de prioridad de buses.

El método de construcción de esta sección es

- 1) Quitar el separador central existente, los sardineles y el sistema de drenaje,
- 2) Excavar, extender geotextil y rellenar con material selecto,

- 3) Colocar y comprimir la subbase y la base,
- 4) Instalar sardineles de orilla, drenajes y separador de concreto,
- 5) Aplicar el pavimento de asfalto y el pavimento de color,
- 6) Señalizar carriles,
- 7) Construir paradas de bus incluyendo puentes peatonales y
- 8) Efectuar otros trabajos incidentales.

En la sección restante (Calle 129 a Calle 80 con la Avenida Caracas), los sistemas de bus de troncal y bus expreso se instalan en el centro de la extensión con pavimento de color. Los puntos más importantes de la construcción a lo largo de la extensión, son el ensanchamiento de la calzada sobre el separador central para proveer dos carriles adicionales a cada lado; la construcción de un separador entre los buses y el tráfico general y la construcción del sardinel de concreto y el sistema de drenajes.

### **(3) Avenida Caracas con Viaducto de buses Expresos**

#### **1) Mejoramiento de Carril de Buses (Longitud Propuesta = 24.06km)**

El sistema de vía troncal de buses, sobre la extensión, tiene dos secciones diferentes. En la sección entre la Calle 80 y la Calle 48A (aproximadamente 15.5km), se construye un viaducto para la vía de buses de carril sencillo en doble calzada, para el bus expreso y el bus de troncal, que corren por la misma vía. Entre la sección entre la Calle 48A y el terminal suburbano de buses (aproximadamente 3.6 km), se provee un carril único de doble vía para el bus troncal y el bus expreso.

La construcción de la vía troncal de buses bajo el viaducto es como sigue:

- 1) Quitar el separador central existente, el sardinel, el sistema de drenajes y la acera,
- 2) Preparar el trabajo temporal para la construcción del viaducto,
- 3) Excavar, tender el geotextil y rellenar posteriormente con material selecto,
- 4) Colocar y comprimir subbase y base,
- 5) Construir sardineles, drenajes y separador de concreto,
- 6) Pavimentar con asfalto y pavimento de color,
- 7) Demarcar carriles,
- 8) Construir paraderos de bus y puentes peatonales y
- 9) Efectuar otros trabajos incidentales.

La segunda sección requiere pavimento de color para los carriles de bus. El método de construcción de esta sección es parecido al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

#### **2) Viaducto Expreso de Buses**

Con el fin de evitar una interferencia al tránsito existente y para mantener tantas calzadas activas como sea posible, los trabajos están previstos para ser efectuados durante el día y la noche. Como se muestra en la Figura 16.2-1, el trabajo subestructural es así:

- 1) Hincar pilotes de lámina junto con los apoyos temporales de sección de acero,
- 2) Sentar una cubierta temporal después de la excavación primaria,
- 3) Hincar los pilotes de concreto fundido de 1 m de diámetro,

- 4) Efectuar la excavación de la cimentación después de que todos los pilotes se han hincado,
- 5) Fundir el concreto de relleno, asegurar las cabezas de los pilotes y armar las barras
- 6) Armar la formaleta para poder fundir el concreto,
- 7) Erigir las barras de refuerzo y la formaleta para la columna para poder fundirla a continuación
- 8) Efectuar el relleno de piso, retirar la cubierta temporal, desmontar los pilotes de lámina y pavimentar,
- 9) Ensamblar los soportes para sostener los apoyos de la cabeza de la columna o de la viga y
- 10) Armar las barras de refuerzo y la formaleta para fundir el cabezote de la columna y el concreto de la viga.

El área de trabajo se protegerá del tránsito con una barrera de tipo móvil de seguridad y/o valla con luces intermitentes e iluminación para el trabajo de noche.

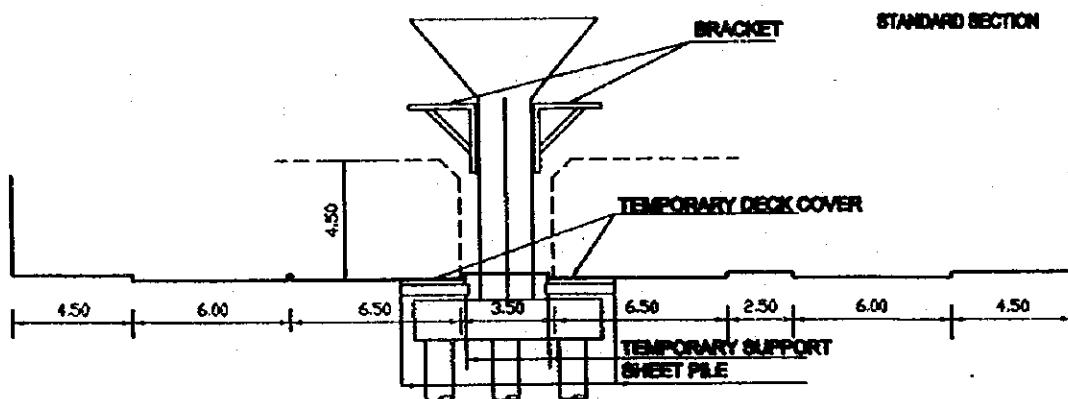


Figura 16.2-1 Sub - estructura del Viaducto de la vía Expresa de Bus

Como se muestra en la Figura 16.2-2, el trabajo estructural es efectuado mediante el empleo de un método avanzado de apuntalamiento que arma la Viga Hueca/ Viga de Cajón de concreto y se desplaza por las luces del trazo sin interferir el tránsito de la vía. Sin embargo, tomando en cuenta la condición de tránsito existente, las actividades principales de trabajos deben ser efectuadas durante la noche cuando el volumen de tránsito es menor.

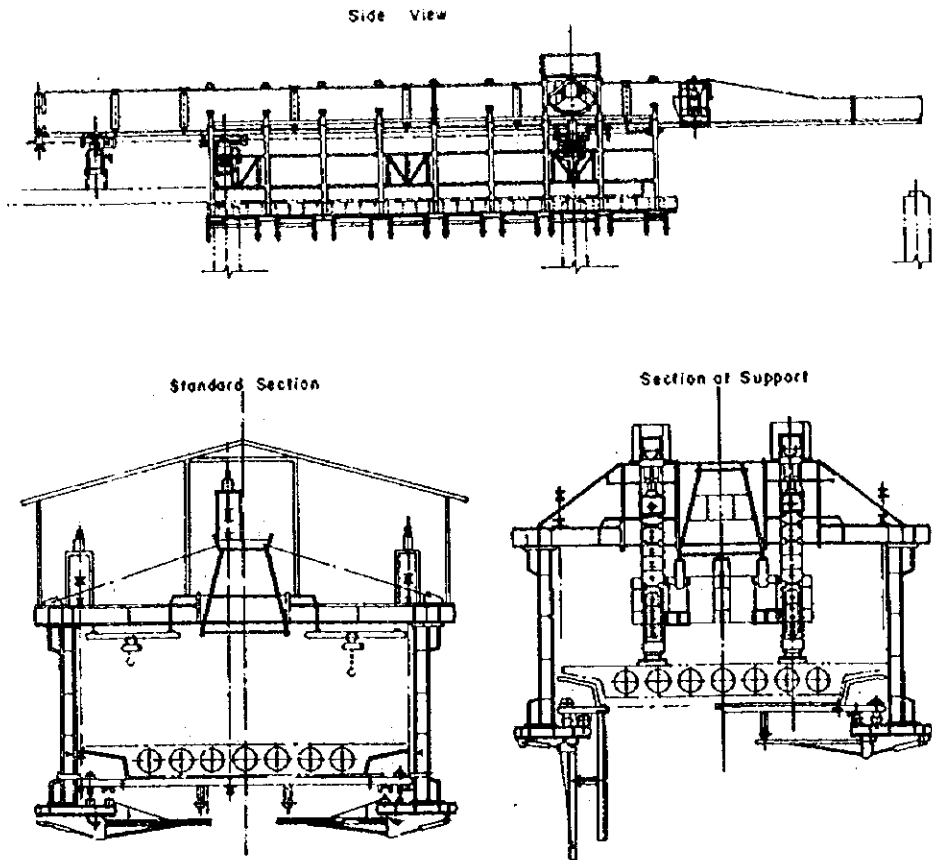


Figura 16.2-2 Viaducto Expreso de Bus - Apuntalamiento Avanzado

Se divide en veintitrés (23) el número de bloques (módulos) para el proyecto, de máximo 750 mts de longitud.

Durante los trabajos de construcción, según se muestra en la Figura 16.2-3, el carril de tránsito existente se reducir  especialmente donde se construye el paradero de buses así, la Avenida Caracas deberá reservarse principalmente para buses. Para poder tener un tránsito fluido sobre la vía, los automóviles de pasajeros particulares y los otros vehículos se desviarán, en la medida de lo posible, a las Carreras 7a y 10a para el sector Norte, y a la Avenida Ciudad de Quito para el sector sur; tal como se muestra en la Figura 16.2-4. Debido a esta circunstancia, algunas modificaciones a las paradas existentes de bus pueden requerirse, tal como se muestra en la Figura 16.2-5.

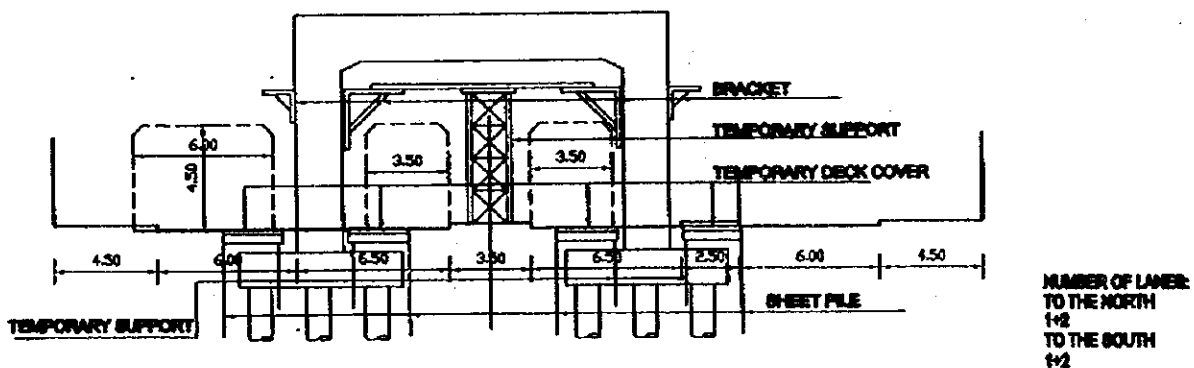


Figura 16.2-3 Viaducto para la via Expresa de Buses - paradero de buses

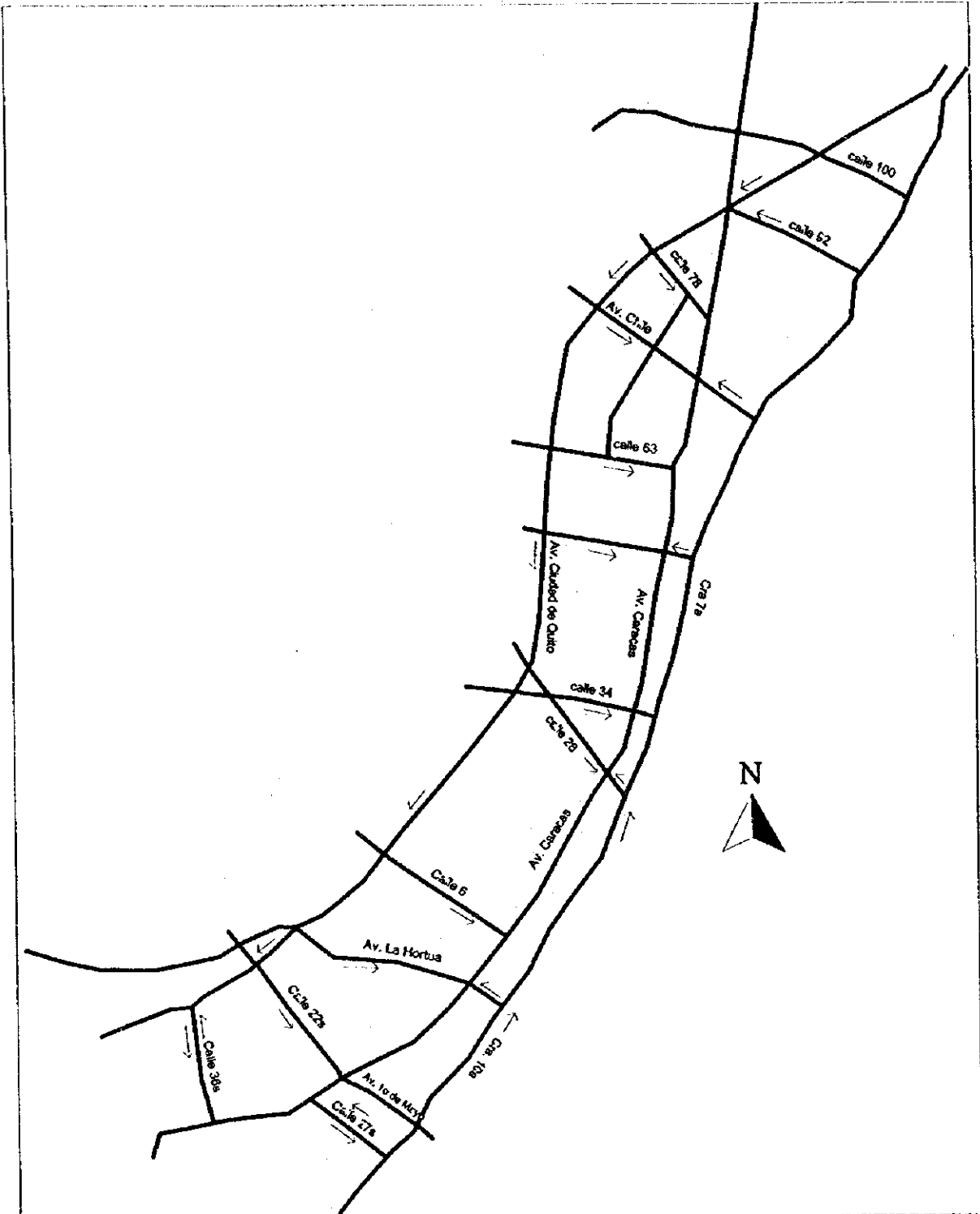
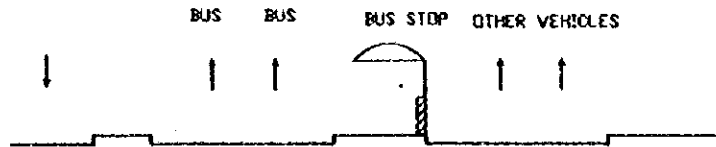


Figura 16.2-4 Viaducto para la Via Expresa de buses - Desviación de Tránsito



PRESENT CONDITION



DURING CONSTRUCTION

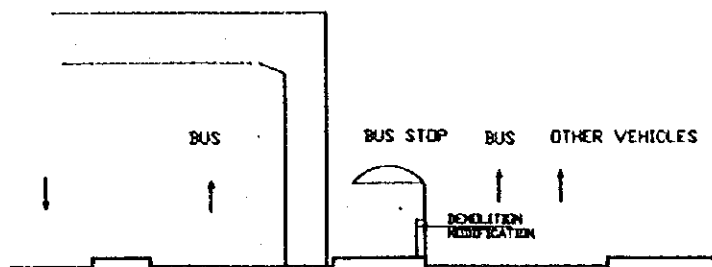


Figura 16.2-5 Modificación de paradero de buses

**(4) Avenida Primero de Mayo (Longitud Propuesta= 1.09km)**

El carril de prioridad de bus de esta prolongación requiere pavimento de color y el método de construcción es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

**(5) Avenida Suba (Longitud Propuesta = 13.15km)**

El carril de prioridad de buses de esta prolongación requiere pavimento de color y el método de construcción es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

**(6) Avenida Suba 2 (Calle 127) (Longitud Propuesta = 2.14km)**

El carril de prioridad de bus de esta prolongación requiere pavimento de color y el método de construcción es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

**(7) Avenida Ciudad de Quito**

El sistema de bus de troncal se requiere para esta prolongación y los artículos siguientes deben ser considerados para la construcción de carriles de bus.

- 1) En total, se requiere 1.1 kms. de construcción de nueva vía en la parte inicial de el ensanchamiento en este proyecto.
- 2) Entre la Calle 100 y la Calle 13 (fin del proyecto), la ubicación de columnas para la autopista de anillo interior debe ser cuidadosamente considerada.
- 3) Entre la Calle 100 y la Autopista El Dorado, el carril de prioridad de bus se provee al lado interior del separador interior.

El método de construcción de esta ampliación es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

## **(8) Autopista del Sur con Cruces Elevados**

### **1) Mejoramiento de Carril de Bus (Longitud Propuesta = 11.09km)**

Esta ampliación provee el sistema de vía troncal y de vía expresa de buses y los siguientes requerimientos de construcción deben ser considerados.

- 1) Los carriles de bus de troncal y de bus expreso van al centro de la vía.
- 2) En las intersecciones importantes deben ser construidos pasos elevados.
- 3) En este proyecto debe incluir el ensanchamiento del costado oriental de esta vía desde la Calle 8 Sur, en la intersección a Santa Matilde, hasta la Calle 12, en la intersección a Primavera.

El método de construcción de esta ampliación es parecido al de la Autopista Norte.

### **2) Pasos elevados**

A fin de evitar una interferencia del tráfico existente y mantener las calzadas tanto como sea posible, los trabajos deben ser efectuados día y noche. Como se muestra en la Figura 16.2-6, el trabajo subestructural es:

- 1) Manejar juntos los pilotes de lámina con soportes temporales de sección de acero,
- 2) Colocar una cubierta temporal después de la excavación primaria donde se requiera,
- 3) Hincar pilotes de 1.0 m de diámetro,
- 4) Efectuar la excavación de la fundación después de que todos los pilotes estén hincados,
- 5) Fundir concreto de relleno, para asegurar las cabezas de los pilotes y armar las barras de refuerzo y la formaleta para fundir el concreto de la cabeza del pilote,
- 6) Armar las barras de refuerzo y la formaleta de la columna para poder cargarle el concreto,
- 7) Colocar el material de relleno, levantar la cubierta temporal, extraer los pilotes de lámina y pavimentar,
- 8) Montar los parales y soportes, para sostener los soportes de las cabezas de las columnas y las vigas y,
- 9) Armar las barras de refuerzo y la formaleta para fundir el concreto de la cabeza de la viga o de la columna

El área de trabajo se protegerá del tránsito mediante una barrera móvil de seguridad y/o una cerca con luces intermitentes coloreadas e iluminación para el trabajo de noche.

Como se muestra en la Figura 16.2-6, el trabajo super-estructural es:

- 1) Erigir vigas prefabricadas pretensadas, y
- 2) Armar la formaleta y las barras de refuerzo para fundir el concreto de cubierta.

Tomando en cuenta las condiciones del tránsito existente, las actividades principales de la obra deberán ser efectuadas durante la noche.

Las secciones en el empalme de la Calle 6 y entre las Calles 2 sur y 30 sur son del mismo tipo y modo que el Viaducto Expreso de Buses en la Avenida Caracas como se muestra en la Figura 16.2-1.

La compra de tierras al lado oriental de la ampliación, desde la intersección de Santa Matilde, en la Calle 8 Sur, hasta la intersección a Primavera, en la Calle 12, se deberá culminar con anterioridad a la iniciación del proyecto.

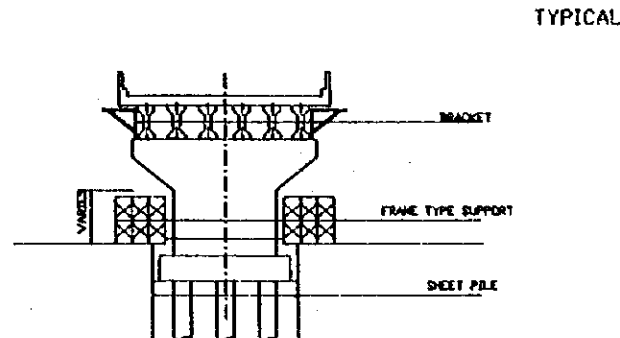


Figura 16.2-6 Autopista Sur. - Cruce elevado Típico

**(9) Avenida 68 – Calle 100 (Longitud Propuesta = 17.53km)**

El carril de prioridad de bus de esta ampliación requiere pavimento de color y el método de construcción es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

**(10) Calle 170 (Longitud Propuesta = 5.12km)**

El carril de prioridad de bus de esta ampliación requiere pavimento de color y el método de construcción es similar al de la Carrera 7a - Carrera 10a.

**(11) Terminal Central de Autobuses Urbanos**

El Terminal Central de Buses Urbanos para acomodar los sistemas de bus expreso y de bus troncal se construye sobre un lote de 144 mts x 147 mts entre la Calle 15 y la Calle 17 en el costado oeste a lo largo de la Avenida Caracas. El terminal es parcialmente de dos pisos con mezzanine en estructura de concreto reforzado, apoyada por columnas de concreto fundidas en el sitio y que tienen 124 m x 139 m de área en el primer piso y 124 m x 88 m en el segundo piso con altura libre de 11 m.

El piso primero es principalmente para el sistema de bus de troncal y el segundo piso únicamente para el sistema expreso de bus.

El primer piso se conecta con la Avenida Caracas y la Avenida Ciudad de Lima por las vías de acceso y el segundo piso se conecta con el Viaducto de vía Expresa de Bus de la Avenida Caracas mediante una rampa de cambio de nivel.

Como se muestra en la Figura 16.2-7, el método de construcción del terminal es

- 1) Demoler estructuras y edificios existentes,
- 2) Nivelar el terreno,
- 3) Hincar pilotes de 1 mt. de diámetro,

- 4) Excavar para las cabezas de los pilotes,
- 5) Fundir concreto de relleno y empatar las cabezas de los pilotes
- 6) Armar barras de refuerzo y formaletas para cubrir con concreto,
- 7) Armar barras y formaletas para fundir la primera elevación de columnas de concreto para apoyar el piso del entresuelo,
- 8) Erigir el apoyo planeado para las vigas del piso del entresuelo,
- 9) Armar la formaleta y las barras de refuerzo para las vigas de concreto del entresuelo del mezzanine,
- 10) Proveer vigas prefabricadas pretensadas y fundir el concreto del piso del mezzanine,
- 11) Armar las barras de refuerzo y la formaleta para fundir la 2da elevación de columnas de concreto
- 12) Apoyar el 2do piso,
- 13) Erigir las formaletas para vigas y entrepiso del 2do piso,
- 14) Armar los trabajos de formaletas y de barras de refuerzo para fundir el concreto de las vigas del 2do piso,
- 15) Montar las vigas prefabricadas aligeradas,
- 16) Construir escaleras y puentes peatonales
- 17) Excavar, tender geotextil y rellenar el 1er piso,
- 18) Construir sardineles, drenajes y separadores en el 1er piso,
- 19) Construir bahías de bus y puentes peatonales en el 1er piso,
- 20) Pavimentar y aplicar pavimento de color en el 1er piso,
- 21) Construir bahías de bus en el 2do piso,
- 22) Pavimentar el 2do piso y
- 23) Efectuar otros trabajos incidentales tales como provisión de elevadores, iluminación etc.

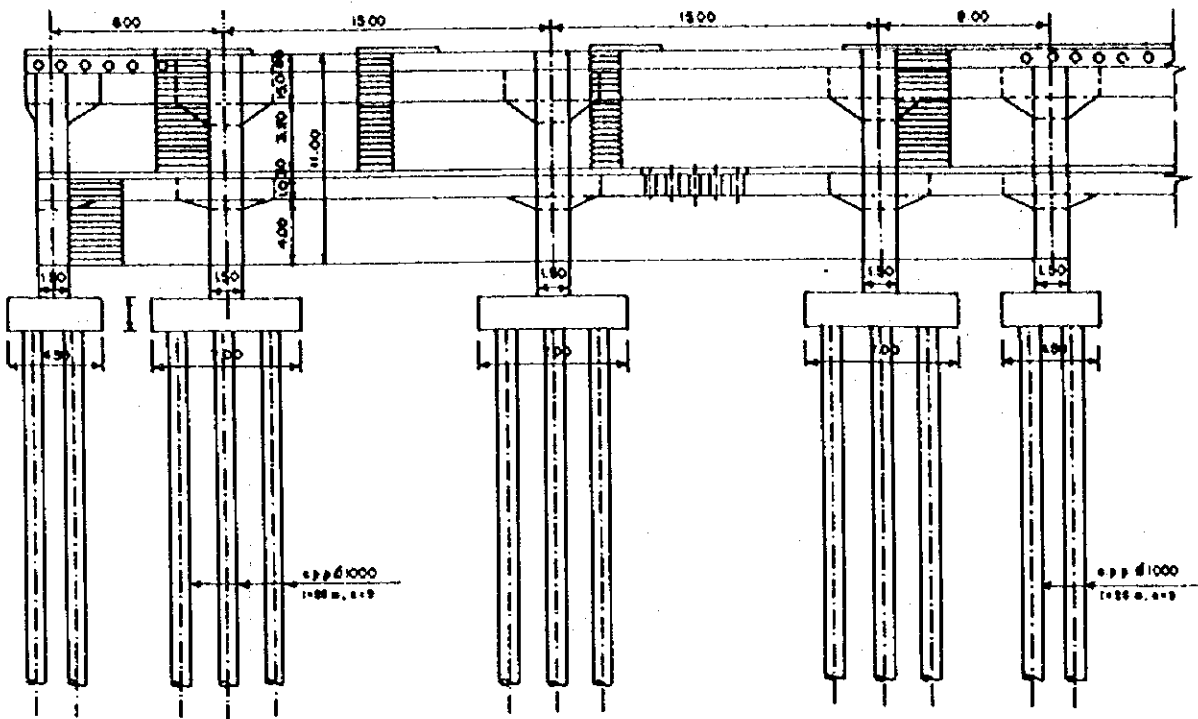


Figura 16.2-7 Marco Estructural - Terminal Central de Buses Urbanos

### (12) Terminales de Autobús Suburbanos (Tipo 1 – Tipo 4)

Cuatro (4) tipos diferentes de los terminales suburbanos de bus se proveen en este proyecto. Cada tipo es diferente en área y tamaño, sin embargo, los tipos estructurales e instalaciones son similares.

El método de construcción es

- 1) Obtener y despejar el sitio,
- 2) Nivelar el terreno,
- 3) Excavar, tender el geotextil y relleno posterior,
- 4) Construir edificaciones,
- 5) Tender y comprimir subbase y base,
- 6) Proveer sardineles, drenajes y separador de concreto,
- 7) Construir bahías de bus y puentes peatonales,
- 8) Pavimentar y tender pavimento de color,
- 9) Demarcar carriles y
- 10) Efectuar otros trabajos incidentales.

#### 16.2.2. LISTADO DEL EQUIPO PARA LA TRONCAL DE VÍAS DE BUSES

La lista de equipo usada para cada proyecto es como se muestra en las Tabla 16.2-1~ Tabla 16.2-5, respectivamente

Tabla 16.2-1 Lista de Equipo para la construcción de vías de buses

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentarios
<b>1. Movimiento de tierras</b>			
Retroexcavadora	0.4 ~ 1.0m <sup>3</sup>	47	
Cortador de Concreto	50ps, H <sub>max</sub> =40cm	32	
Compactador Vibratorio	3.5 ~ 5.0 ps	32	
Aplanadora	Rx - 30 Dynaplane	30	
Motoniveladora	125hp	32	
<b>2. Manejo de Agregados</b>			
Motoniveladora	125hp	30	
Cilindro Vibratorio	10 toneladas	30	
Carrotanque	2,000 l ~ 3,000 l	30	
<b>3. Trabajo de Pavimento en Asfalto</b>			
Planta Mezcladora de Asfalto	40 ~ 60tom/hr.	30	
Cilindradora Neumática de	10 ~ 15 toneladas	30	
Aplanadora Tándem	8 ~ 12 toneladas	30	
Rodillo Vibratorio de Acero	5 ~ 8 toneladas	30	
Rodillo Vibratorio de Acero	3 ~ 4 toneladas	30	
Pavimentadora de Asfalto	2.4m ~ 4.5m	30	
Distribuidor de Bitúmen	2,000 l ~ 3,000 l	30	
<b>4. Trabajo de Pavimento en Concreto</b>			
Planta Mezcladora de	60m <sup>3</sup> /hr	29	
Mezcladora Móvil	5.0 ~ 7.0m <sup>3</sup>	87	
Vibrador	0.05m día.	29	
Cortador de Concreto	50ps, H <sub>max</sub> =40cm	29	
<b>5. Others</b>			
Generador Eléctrico	65 ~ 80 ps	73	
Compresor de aire	30 ~ 50 ps	73	
Mezclador de Concreto	0.1m <sup>3</sup>	73	
Camión de Grúa	2 - 5 tonelada	73	
Excavadora	0.8m <sup>3</sup>	73	
Máquina marcadora de		32	
Volqueta	7.0m <sup>3</sup>	365	

Tabla 16.2-2 Lista de Equipo para Construcción de Viaducto de vías de buses Expresos

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentarios	
<b>1. Movimiento de tierras</b>				
Cortador de Concreto	20ps	23		
Grúa de Camión	20ton Hidráulica	23		
Grúa de camión	35ton Hidráulica	23		
Martillo Vibratorio	30kw Alta Frecuencia	23		
Taladro eléctrico	100kw	115	También para	
Martinete (taladro de tierra)	φ 1000m/m, 125ps	23		
Retroexcavadora	0.45 m <sup>3</sup>	23		
<b>2. Trabajo de Subestructura</b>				
Camión Grúa	20ton Hidráulico	23	Trabajo Sub/super estructural	
Rompeconcretos	1.2 m <sup>3</sup> /min	115		
Dobfadora de varilla	φ 32m/m	23		
Cortabarras	φ 32m/m	23		
Planta Mezcladora de Concreto	70 m <sup>3</sup> /hr	23		
Camión Mezclador (mixer)	8 m <sup>3</sup>	138		
Vibrador de concreto	200kw	230		
Bomba de Concreto	5° m <sup>3</sup> /hr	23		
Cargador de ruedas	1.5 m <sup>3</sup>	23		
Vibrador de ruedas	6 ton, 80ps	23		
Máquina Afinadora (finisher)	2.5~ 4.5m, 43kw	23		
<b>3. Trabajo de Superestructura</b>				
Grúa de camión	35 ton, Hidráulica	23		
Grúa de camión	50 ton, Hidráulica	46		Formaleta de avance Ass/ Dis
Formaleta de avance	30m x 2 carriles	23		
Formaleta de avance	30m x 2 carriles	11		
Gato de tensando	40m x 3 celdas, Caja	46		
Bomba de lechada (grouting)		46		
<b>4. Trabajo de Pavimento</b>				
Planta mezcladora de asfalto	40~65 ton/hr	23		
Distribuidor de Bitúmen	16ps	23		
Aplanadora de recebo	10~12 ton	23		
Cilindradora de ruedas neumáticas	10~15 ton	23		
Alisadora de asfalto (finisher)	2.5~4.5m, 43 kw	23		
<b>5. Otros</b>				
Cortador de Gas				
Máquina soldadora	110°/25V	46		
Motor Generador	100~150 KVA	69		
Compresor de aire	7~11 m <sup>3</sup> /min, 5~110	46		
Volqueta	8 m <sup>3</sup>	115		
Remolque (trailer)	30~50 ton	23		
Camión	10~15 ton	46		

Tabla 16.2-3 Lista de Equipo para Autopista Sur para Construcción de Paso Elevado

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentarios
<b>1. Movimiento de tierras</b>			
Cortadora de Concreto	20 ps	10	
Grúa de Camión	20 ton Hidráulica	10	
Grúa de Camión	35ton Hidráulica	10	
Martillo Vibratorio	30kw Alta Frecuencia	10	
Taladro eléctrico	100kw	50	
Martinete (taladro de tierra)	ϕ 1000m/m, 125ps	23	
Retroexcavadora	0.45 m <sup>3</sup>	10	
<b>2. Trabajo de Subestructura</b>			
Camión Grúa	20ton Hidráulico	10	
Rompeconcretos	1.2 m <sup>3</sup> /min	50	
Dobladora de varilla	ϕ 32m/m	10	También para Trabajo Sub/super-estructural
Cortabarras	ϕ 32m/m	10	
Planta Mezcladora de	70 m3 /hr	60	
Camión Mezclador (mixer)	8 m3	100	
Vibrador de concreto	200kw	10	
Bomba de Concreto	5° m3 /hr	10	
Cargador de ruedas	1.5 m3	10	
Vibrador de ruedas	6 ton, 80ps	10	
<b>3. Trabajo de Superestructura</b>			
Grúa de camión	35 ton, Hidráulica	10	
Grúa de camión	50 ton, Hidráulica	20	Formaleta de avance Ass/ Dis
Formaleta de avance	30m x 2 carriles	10	
Formaleta de avance	30m x 2 carriles	7	
Gato de tensando	40m x 3 celdas, Caja	20	
Bomba de techada (grouting)		20	
<b>4. Trabajo de Pavimento</b>			
Planta mezcladora de asfalto	40~65 ton/hr	10	
Distribuidor de Bitúmen	16ps	10	
Aplanadora de recebo	10~12 ton	10	
Cilindradora de ruedas	10~15 ton	10	
Alisadora de asfalto (finisher)	2.5~4.5m, 43 kw	10	
<b>5. Otros</b>			
Cortador de Gas			
Máquina soldadora	110°/25V	20	
Motor Generador	100~150 KVA	30	
Compresor de aire	7~11 m3 /min, 5~110	20	
Volqueta	8 m3	50	
Remolque (trailer)	30~50 ton	10	
Camión	10~15 ton	20	



Tabla 16.2-4 Lista de Equipo para la Construcción de Terminal de Bus Central Urbano

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentarios
<b>1. Movimiento de tierras</b>			
Retorexavadora	1.0 m <sup>3</sup>	2	
Cilindro Vibratorio	3.5 ~ 5.0 ps	1	
Motoniveladora	125 hp	1	
Cargador de Llantas	1.0 m <sup>3</sup>	1	
<b>2. Manejo de agregados</b>			
Motoniveladora	125 hp	1	
Cilindro Vibratorio	10 ton	1	
Carrotanque	2.000 ~ 3.000 lts	1	
<b>3. Trabajo de Pavimentos</b>			
Planta mezcladora de Asfalto	40 ~ 60 ton/hr	1	
Cilindro de ruedas Neumáticas	10 ~ 15 ton	1	
Cilindro tandem	8 ~ 12 ton	1	
Cilindro metálico Vibratorio	5 ~ 8 ton	1	
Cilindro Metálico Vibratorio	3 ~ 4 ton	1	
Pavimentador de asfalto	2.4m ~ 4.5m	1	
Distribuidor de Bitúmen	2.000 a 3.000 lts	1	
<b>4. Trabajo de Pavimento de Concreto</b>			
Planta mezcladora de concreto	60 m <sup>3</sup> /hr	1	
Camión Mezclador (mixer)	5.0 ~ 7.0 m <sup>3</sup>	3	
Vibrador	0.05 m <sup>3</sup> día	1	
Cortador de concreto	50 ps, Hmax = 40 cm	1	Formaleta de avance Ass/ Dis
<b>5. Construcción</b>			
Planta Mezcladora de Concreto	60 m <sup>3</sup> /hr	1	
Camión Mezclador (mixer)	5.0 ~ 7.0 m <sup>3</sup>	3	
Camión Grúa	10 - 20 ton	2	
Bomba de Concreto	70 - 80 m <sup>3</sup> /hr	1	
Planta mezcladora de asfalto	40 ~ 65 ton/hr	10	
Torre Grúa	8.0 ton	2	
Mezclador de concreto (trompo)	0.1 m <sup>3</sup>	1	
<b>6. Otros</b>			
Generador (Planta eléctrica)	65 ~ 85 ps	6	
Compresor de aire	30 ~ 50 ps	6	
Camión grúa	2 - 5 ton	6	
Excavador	0.8 m <sup>3</sup>	6	
Volqueta	7.0 m <sup>3</sup>	6	
Máquina Demarcadora		1	

Tabla 16.2-5 Lista de Equipo para Construcción Terminal de Bus Suburbano

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentario
<b>1. Movimiento de tierras</b>			
Retroexcavadora	1.0 m <sup>3</sup>	2	
Cilindro Vibratorio	3.5 ~5.0 ps	2	
Motoniveladora	125 hp	2	
Cargador de Llantas	1.0 m <sup>3</sup>	2	
<b>2. Manejo de agregados</b>			
Motoniveladora	125 hp	2	
Cilindro Vibratorio	10 ton	2	
Carrotanque	2.000 ~ 3.000 lts	2	
<b>3. Trabajo de Pavimentos</b>			
Planta mezcladora de Asfalto	40 ~ 60 ton/hr	2	
Cilindro de ruedas Neumáticas	10 ~ 15 ton	2	
Cilindro Tándem	8 ~ 12 ton	2	
Cilindro metálico Vibratorio	5 ~ 8 ton	2	
Cilindro Metálico Vibratorio	3 ~ 4 ton	2	
Pavimentador de asfalto	2.4m ~ 4.5m	2	
Distribuidor de Bitómen	2.000 a 3.000 lts	2	
<b>4. Trabajo de Pavimento de Concreto</b>			
Planta mezcladora de concreto	60 m <sup>3</sup> /hr	2	
Camión Mezclador (mixer)	5.0 ~7.0 m <sup>3</sup>	6	
Vibrador	0.05 m <sup>3</sup> día	2	
Cortador de concreto	50 ps, H <sub>max</sub> =40 cm	2	
<b>5. Construcción</b>			
Planta Mezcladora de Concreto	60 m <sup>3</sup> /hr	2	
Camión Mezclador (mixer)	5.0 ~7.0 m <sup>3</sup>	6	
Camión Grúa	10 ~20 ton	2	
Bomba de Concreto		2	
<b>6. Otros</b>			
Generador (Planta eléctrica)	65 ~85 ps	3	
Compresor de aire	30 ~50 ps	3	
Mezclador de concreto	0.1 m <sup>3</sup>	9	
Grúa de Camión	2 ~5 ton	3	
Excavador	0.8 m <sup>3</sup>	3	
Volqueta	7.0 m <sup>3</sup>	9	
Máquina Demarcadora		3	

### 16.2.3. PROGRAMA DE TRABAJO PARA LA VÍA TRONCAL DE BÚSES

Los días netos de trabajo en la zona son como se muestra en la Tabla 16.2-6.

El programa de trabajo de cada proyecto se identifica para examinar la escala del proyecto, sus características y plan de construcción. El programa de trabajo para la Avenida Caracas y la Autopista Norte es como se muestra en la Tabla 16.2-8 y Tabla 16.2-9.

Tabla 16.2-6 Días netos de trabajo

Item	Mes												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Días de Calendario	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Domingos	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	53
Fiestas Nacionales	2	0	1	2	2	3	1	2	0	1	2	2	18
Días Lluviosos	2	2	3	3	5	2	2	3	2	3	3	2	32
Total días de no trabajo	9	6	8	10	11	9	8	9	6	9	9	9	103
Días netos de trabajo	22	22	23	20	20	21	23	22	24	22	21	22	262

Nota: Mes Promedio =  $262/365 \times 100 = 71.2\%$ , =22 días/Mes

El cálculo de Días de No trabajo por la Lluvia se hizo con base en los datos de observación de la Universidad Nacional  
 Días de no trabajo por la Lluvia = volumen promedio de precipitación mensual / promedio máximo de precipitación del mes x 0.60

Tabla 16.2-7 Programa de trabajo del Viaducto expreso de buses -- 24 lapsos

	1st Year												2nd Year												3rd Year												Remarks
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Mobilization	[Bar]																																				
2. Preparatory Work	[Bar]																																				
3. Temporary Work	[Bar]																																				
4. Foundation Work	[Bar]																																				
Cast In-situ Piling	[Bar]																																				
5. Substructure Work	[Bar]																																				
Pile Cap	[Bar]																																				
Column	[Bar]																																				
6. Superstructure Work	[Bar]																																				
Advance Shoring	[Bar]																																				
Hollow Slab Deck	[Bar]																																				
7. Incidental Work	[Bar]																																				
Bridge Railing	[Bar]																																				
Surface Drain	[Bar]																																				
Expansion Joint	[Bar]																																				
Pavement	[Bar]																																				
8. M&E Work	[Bar]																																				
Noise Barrier 4m	[Bar]																																				
Street Lighting	[Bar]																																				
9. Clearing & Demobilization	[Bar]																																				

Tabla 16.2-8 Programa de trabajo Avenida Caracas

Work Item	1st Year												2nd Year												3rd Year											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Mobilization	[Bar]																																			
2 Earth Work	[Bar]																																			
Removal of Small Structure	[Bar]																																			
Excavation	[Bar]																																			
Geotextile and Back Fill	[Bar]																																			
3 Aggregate Course	[Bar]																																			
Subbase and Base Course	[Bar]																																			
4 Asphalt Pavements and Surface Treatment	[Bar]																																			
Hot Asphalt Concrete Pavement	[Bar]																																			
Cold Asphalt Concrete Pavement	[Bar]																																			
5 Portland Cement Concrete Pavement	[Bar]																																			
PCC Pavement, 150mm	[Bar]																																			
6 Bridge Construction	[Bar]																																			
Preparation and Temporary Work	[Bar]																																			
Foundation	[Bar]																																			
Substructure	[Bar]																																			
Superstructure	[Bar]																																			
Pedestrian Bridge (11places)	[Bar]																																			
7 Incidental Construction	[Bar]																																			
Drainage	[Bar]																																			
Curb and Gutter (Cast in place)	[Bar]																																			
Lane Marking, Solid Line W = 10cm(White)	[Bar]																																			
Waiting Shed (30places)	[Bar]																																			
Other Incidental Construction	[Bar]																																			
8 Demobilization	[Bar]																																			

Tabla 16.2-9 Programa de trabajo Autopista Norte

Work Item	1st Year												2nd Year								Remarks			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23
1. Mobilization																								
2. Earth Work																								
Removal of Small Structure																								
Excavation																								
Geotextile and Rock Fill																								
3. Aggregate Course																								
Subbase and Base Course																								
4. Asphalt Pavements and Surface Treatment																								
Hot Asphalt Concrete Pavement																								
Cold Asphalt Concrete Pavement																								
5. Portland Cement Concrete Pavement																								
PCC Pavement, t=15cm																								
6. Bridge Construction																								
Pedestrian Bridge (154m x 19, 108.5m x 1)																								
7. Incidental Construction																								
Drainage																								
Curb and Gutter (Cast in place)																								
Lane Marking, Solid Line W = 10cm (White)																								
Waiting Shed (24 places)																								
Other Incidental Construction																								
8. Demobilization																								

**16.2.4. PLANEAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN PARA LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR**

A fin de evitar una interferencia del tránsito existente y para mantener la calzada lo mejor posible, los trabajos están planeados para ser efectuados durante el día y la noche. Como se muestra en la Figura 16.2-8, el trabajo de subestructura es:

- 1) Manejar en conjunto los pilotes de lámina con el soporte temporal de los pilotes de sección de acero,
- 2) Colocar una cubierta temporal después de la excavación primaria,
- 3) Hincar pilotes de 1 m de diámetro, fundidos in situ,
- 4) Efectuar la excavación de fundación después de que todos los pilotes se hinquen,
- 5) Poner concreto de cubrimiento, conectar las cabezas de los pilotes y armar las barras de refuerzo y las formaletas para fundir el concreto de el pilote,
- 6) Erigir las barras de refuerzo y las formaletas para las columnas para poder fundir el concreto de las columnas,
- 7) Efectuar el relleno, remover las cubiertas temporales, extraer los pilotes de lámina y pavimentar,
- 8) Ensamblar los soportes y apoyos para sostener los apoyos de las cabezas de las columnas y las vigas y
- 9) Armar las barras de refuerzos y las formaletas trabajar para fundir las cabezas de las columnas y de las vigas de concreto.

Como se muestra en la Figura 16.2-9, donde la altura libre es menor de 4.5 mts, como en la Calle 100, se emplea el apoyo de tipo de percha para apoyar la cabeza de la columna.

Y como se muestra en la Figura 16.2-10, donde se emplean Viga y Columna de Acero, el trabajo subestructural arriba del pilote es:

- 1) Empotrar el marco anclado en el concreto del cabezote del pilote,
- 2) Erigir la columna de acero y
- 3) Proveer apoyo temporal para apoyar las vigas de acero para la formaleta.

Cada articulación de acero estructural es asegurada con tuercas de alta tensión, platinas y cartabones.

El área de trabajo se protegerá desde el tránsito mediante una barrera móvil de seguridad y/o una cerca con luz roja intermitente e iluminación para el trabajo nocturno.

TYPICAL

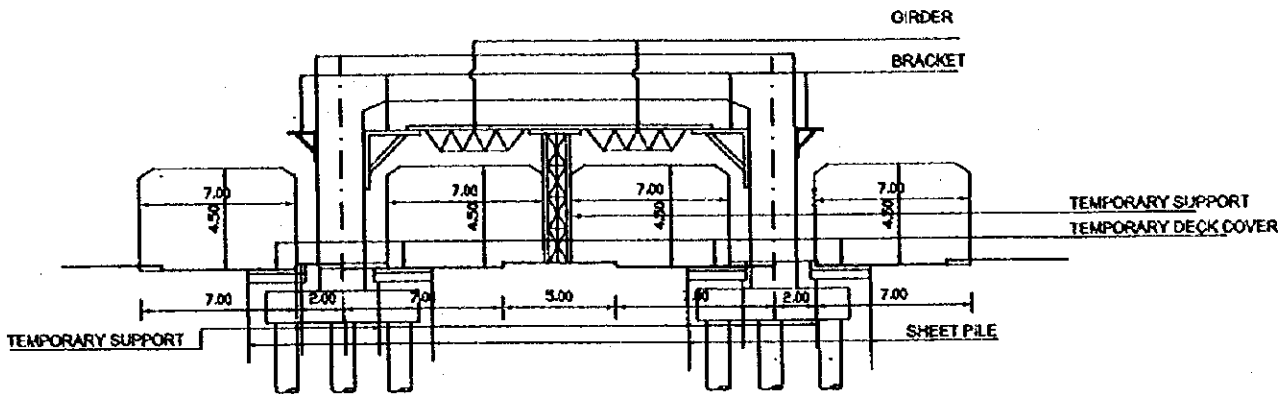


Figura 16.2-8 Autopista de Anillo Interior – subestructura

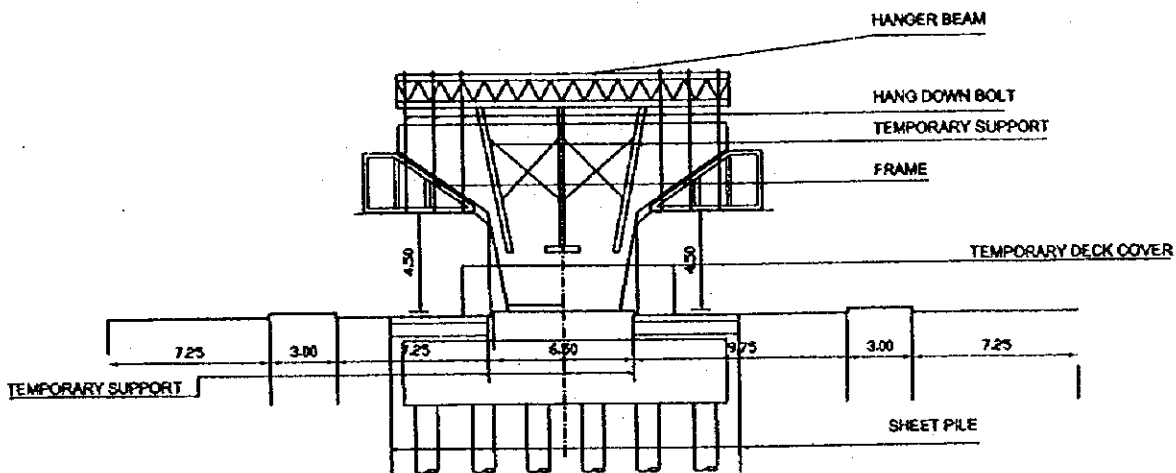


Figura 16.2-9 Autopista de Anillo Interior - Calle 100

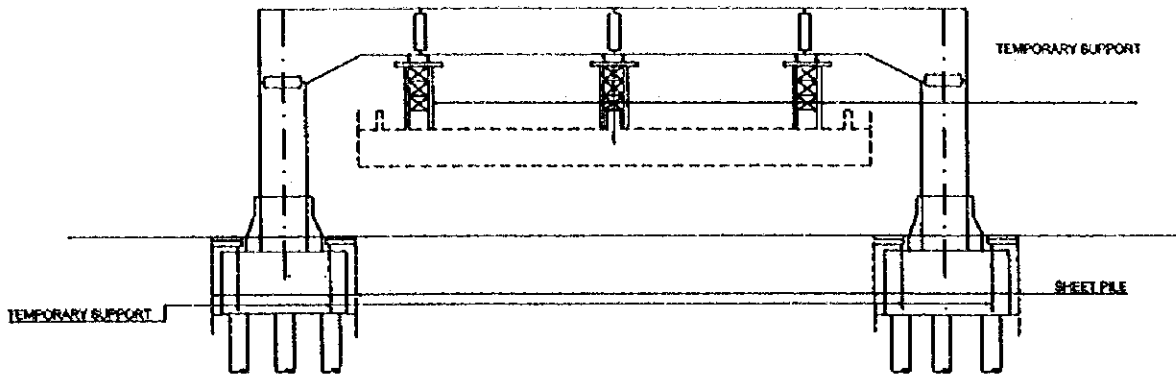


Figura 16.2-10 Autopista de Anillo Interior - Viga y Columnas de Acero

Según se muestra en la Figura 16.2-11, el trabajo super-estructural es efectuado mediante el empleo de un método avanzado de apuntalamiento que coloca las tarimas de concreto (placa Aligerada) y se desplaza entre las diferentes secciones de la estructura sin interferir en el tráfico de la vía. Como se muestra en la Figura 16.2-12, donde se emplean Vigas de Acero y vigas prefabricadas de concreto pretensado; se emplea la viga de tipo móvil de erección para levantar las vigas y así minimizar la interferencia a la vía de tránsito. Sin embargo, tomando la condición existente de tránsito en cuenta, las actividades principales de trabajos deben ser efectuadas durante la noche cuando el volumen de tránsito es menor.

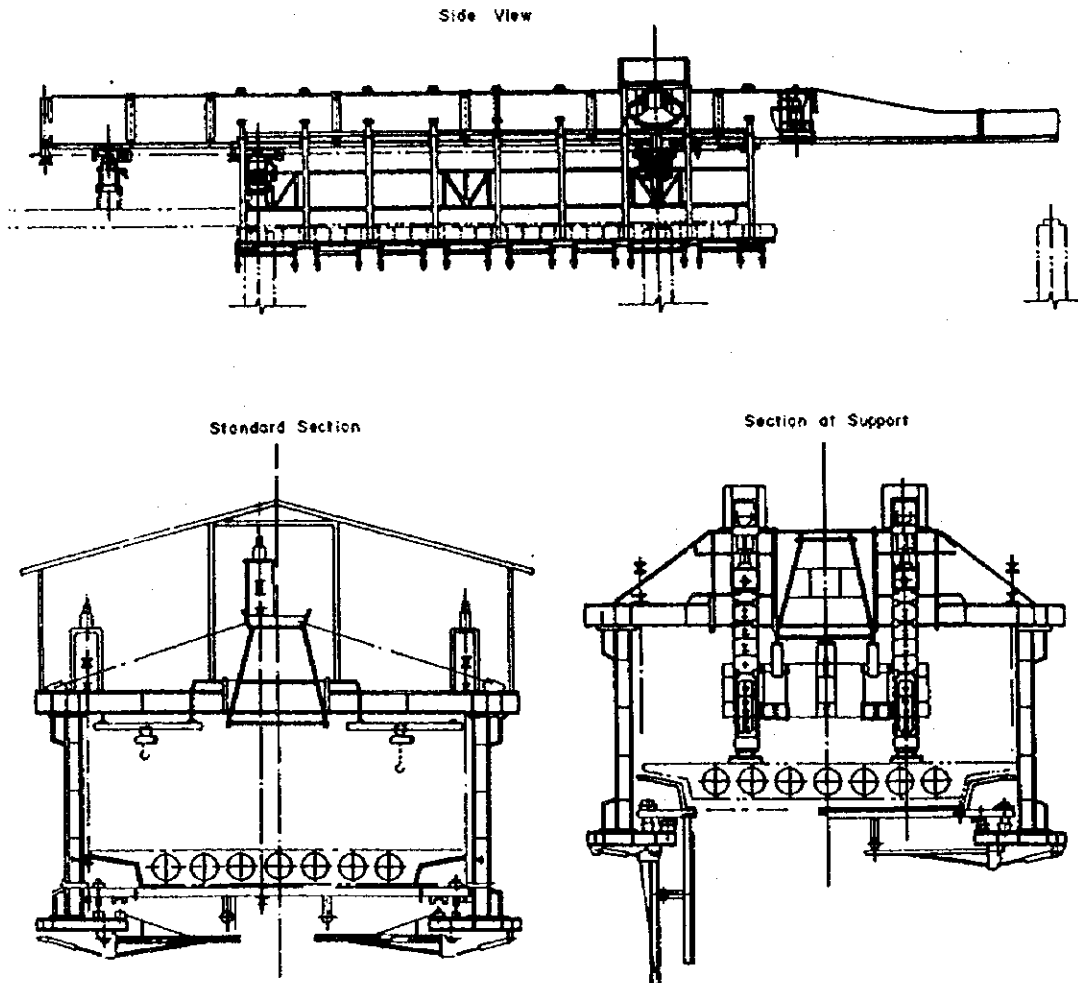


Figura 16.2-11 Autopista Interior de Anillo - Apuntalamiento Desplazante

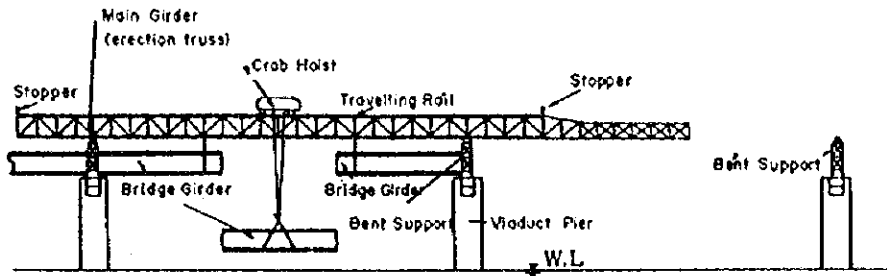


Figura 16.2-12 Autopista Interior de Anillo - Viga de Erecci3n

El número de bloques para el proyecto se divide en cuarenta y tres (43) bloques de máximo 480 mts de longitud.

**16.2.5. LISTA DEL EQUIPO PARA LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR**

La lista de equipo usado para el proyecto es como se muestra en la Tabla 16.2-10.

Tabla 16.2-10 Lista de Equipo para la Construcción de la Autopista Expresa de Anillo Interior

Nombre del Equipo	Tipo/ Capacidad	Número	Comentarios
<b>1. Trabajo de cimentación</b>			
Grúa de Camión	20 ton Hidráulica	43	
Grúa de Camión	35 ton Hidráulica	43	
Cortador de concreto	20 ps	43	
Martillo Vibratorio	30 kw Alta Frecuencia	43	
Taladro eléctrico	100 kw	215	
Martinete (taladro de tierra)	ϕ 1000 m/m, 125ps	43	
Retroexcavadora	0.45 m <sup>3</sup>	43	
<b>2. Trabajo de Subestructura</b>			
Camión Grúa	20 ton Hidráulico	43	
Camión Grúa	35 ton Hidráulico	43	
Rompeconcretos	1.2 /min	215	
Dobladora de varilla	ϕ 32 m/m	43	
Cortabarras	ϕ 32 m/m	43	
Camión Mezclador (mixer)	8 m <sup>3</sup>	258	
Vibrador de Concreto	200 KW	430	
Bomba de Concreto	50 m <sup>3</sup> /hr	43	
Cargador de ruedas	1.5 m <sup>3</sup>	43	
Vibrador de Ruedas	6 ton, 80 ps	43	
Máquina Afinadora (finisher)	2.5 ~ 4.5 m, 43 kw	43	
<b>3. Trabajo de Superestructura</b>			
Grúa de Camión	35 ton, Hidráulica	86	
Grúa de Camión	80 ton, Hidráulica	86	
Formaleta de Avance	30 m x 2 carriles Placa	7	Erección por grúa de puente formaleta de avance / erección de vigas Ass / Dis.
Formaleta de Avance	30 m x 4 carriles Placa	25	
Formaleta de Avance	30 m x 6 carriles Placa	2	
Viga de Erección	30 ~ 50 mts x 100 ton	11	
Llave de torque neumático		70	
Gato de tensando	40 ~ 65 ton /hr	86	
Bomba de lechada (Gouting)		86	
<b>4. Trabajo de Pavimento</b>			
Planta Mezcladora de asfalto		43	
Distribuidor de Bitúmen	16 ps	43	
Aplanadora de recebo	10 ~ 12 ton	43	
Cilindradora de ruedas neumáticas	10 ~ 15 ton	43	
Alisadora de Asfalto (finisher)	2.5 ~ 4.5 m, 43kw	43	
<b>5. Otros</b>			
Cortador de Gas			
Máquina Soldadora	110A/25v	86	
Motor Generador	100 ~ 150 kva	129	
Compresor de Aire	7 ~ 11 m <sup>3</sup> / min, 5 ~ 110 ps	86	
Volqueta	8 m <sup>3</sup>	215	
Remolque (trailer)	30 ~ 50 ton	30	
Camión	10 ~ 15 ton	86	



**16.2.6. PROGRAMA DE TRABAJO AUTOPISTA INTERIOR DE ANILLO**

Los días netos de trabajo de la región son como se muestra en la Tabla 16.2-11. Los programas de trabajo desarrollados con base en la Tabla 16.2-11 son según se muestra en las Tabla 16.2-12 y Tabla 16.2-13.

Tabla 16.2-11 Días netos Trabajados

Artículo	Mes												Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Días Calendario	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Domingos	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	53
Fiestas Nacionales	2	0	1	2	2	3	1	2	0	1	2	2	18
Días Lluviosos	2	2	3	3	5	2	2	3	2	3	3	2	32
Total días de no trabajo	9	6	8	10	11	9	8	9	6	9	9	9	103
Días netos de trabajo	22	22	23	20	20	21	23	22	24	22	21	22	262

Nota: Mes Promedio =  $262/365 \times 100 = 71.2\%$ , 22 días/Mes

El cálculo de Días de No trabajo por la Lluvia se realiza con base en los datos de observación de la Universidad Nacional

Días de no trabajo por la Lluvia = volumen promedio de precipitación mensual / promedio máximo de precipitación del mes x 0.60

Tabla 16.2-12 Programa de trabajo Autopista Interior de Anillo - Avenida Séptima

	1st Year			2nd Year			3rd Year			4th Year			Remarks												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Mobilization																									
2. Preparatory Work																									
3. Temporary Work																									
4. Foundation Work																									
Cast In-situ Piling																									
5. Substructural Work																									
Pile Cap																									
Column																									
Beam																									
6. Superstructural Work																									
Advance Shoring																									
Hollow Slab Deck																									
7. Incidental Work																									
Bridge Bearing																									
Surface Drain																									
Expansion Joint																									
Pavement																									
8. M&E Work																									
Noise Barrier																									
Street Lighting																									
9. Cleaning & Demobilization																									



Tabla 16.3-1 Volumen de Trabajos - Instalaciones de Vía Troncal de buses

Item	Unidad	Total
<b>1. Movimiento de tierras</b>		
Excavación de Suelo Común (desperdicios)	M <sup>3</sup>	1,110,632.00
Remoción de Drenajes Existentes	m	58,713.00
Relleno	m <sup>3</sup>	560,915.00
Remoción de sardineles de Concreto y canales	m	227,272.00
Trituración el Pavimento Existente de Asfalto	m <sup>2</sup>	1,009,096.00
Remoción de Pavimento Existente CA & PCC	m <sup>2</sup>	335,944.00
Geotextil	m <sup>2</sup>	632,642.00
<b>2. Relleno de Agregados</b>		
Subbase, tamaño máximo 40mm	m <sup>3</sup>	388,109.00
Base, tamaño máximo 40mm	m <sup>3</sup>	234,290.00
<b>3. Pavimentos de Asfalto y Tratamiento de superficie</b>		
Capa imprimante de Asfalto	ton	786.47
Capa de base de Asfalto	ton	1,047.68
Capa compactada de Concreto Asfáltico caliente	ton	148,932.15
Capa de superficie (rodamiento) de concreto asfáltico caliente	ton	81,702.33
Capa de Pavimento de Concreto Asfáltico (Color Rojo)	ton	111,954.16
<b>4. Pavimento de Concreto de Cemento Portland</b>		
PCC de Pavimento, t=15cm	m <sup>3</sup>	8,784.81
<b>5. Edificios</b>		
Edificio A	m <sup>2</sup>	11,776.00
Edificio B	m <sup>2</sup>	2,774.00
<b>6. Construcción de Puentes</b>		
Puente Peatonal	m	5,914.00
<b>7. Construcción Incidental</b>		
C.R. Protección tubería 600mm día.	m	50,547.00
C.R. Protección Tubería 900mm día.	m	230.00
C.R. Protección Tubería 1,500mm día.	m	22,236.00
Alcantarillas	un	1,513.00
Sardineles y drenajes (Fundidos en el lugar)	m	336,954.00
Bloques de borde en Concreto	m	18,385.00
Baranda de protección	m	2,199.00
Demarcación de líneas, Línea Sólida Ancho = 10cm	m <sup>2</sup>	92,287.00
Paraderos cubiertos	m	16,237.00
<b>8. Instalaciones de Bus</b>		
Parada de bus Tipo 1 – Tipo 9	Un	223.00
Terminal de Bus Suburbano tipo 1	Un	2.00
Terminal de Bus Suburbano tipo 2	Un	2.00
Terminal de Bus Suburbano tipo 3	Un	1.00
Terminal de Bus Suburbano tipo 4	Un	2.00

Tabla 16.3-2 Volumen de Trabajos de vía expresa de Bus

Item	Unidad	Cantidad
<b>1. Sub-estructura</b>		
Pilotes de Lámina	M	288,348.00
Excavación	M <sup>3</sup>	105,305.00
Relleno Posterior	M <sup>3</sup>	77,397.00
Pilotes fundidos in situ $\phi$ 1,000	M	109,700.00
Barras de refuerzo	T	6,769.00
Concreto 300kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	70,028.00
A.C. Pavimento	T	180.00
<b>2. Superestructura</b>		
Barras de refuerzo	T	13,068.00
Concreto 400kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	135,332.00
Pretensados	T	4,064.00
Barrera de Ruido h = 4.0m	M	28,790.00
Pavimento A.C.	T	19,216.00

Tabla 16.3-3 Volumen de Trabajos puentes - Autopista del Sur

Item	Unidad	Cantidad
<b>1. Subestructura</b>		
Pilotes de Lámina	T	91,228.00
Excavación	M <sup>3</sup>	44,624.00
Relleno Posterior	M <sup>3</sup>	48,719.00
Pilotes fundidos in situ $\phi$ 1,000	M	34,250.00
Barras de refuerzo	T	2,401.00
Concreto 300kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	30,881.10
A.C. Pavimento	T	840.00
<b>2. Superestructura</b>		
Barras de refuerzo	T	3,119.40
Concreto 400kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	18,625.60
Concreto 300kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	10,790.00
Pretensados	T	951.10
Barrera de Ruido h = 4.0m	M <sup>3</sup>	12,580.00
Pavimento A.C.	T	4,932.00

**16.3.2. LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR**

El volumen de trabajos para la Autopista de Anillo Interior es como se muestra en la Tabla 16.3-4.

Tabla 16.3-4 Volumen de Trabajos - Autopista de Anillo Interior

Item	Unidad	Cantidad
<b>1. Subestructura</b>		
Pilote de lámina	M	571,503.00
Excavación	M <sup>3</sup>	210,466.00
Relleno	M <sup>3</sup>	153,637.00
Pilote fundido en sitio $\phi$ 1,000	M	280,545.00
Barra de Refuerzo	T	16,055.50
Concreto 300kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	172,975.50
Columna de Acero	T	12,211.60
<b>2. Superestructura</b>		
Barra de Refuerzo	T	22,181.50
Concreto 400kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	214,625.00
300 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	18,945.80
Pretensados	T	6,666.60
Viga de Acero	T	11,550.00
Barrera de Ruido h = 2.0m	M	24,875.00
Pavimento A.C.	T	35,201.20

**16.4. COSTO DEL PROYECTO**

El costo del proyecto consta de: materiales, mano de obra, adquisición de tierras, compensaciones y costos de diseño. La mayoría de estos costos se estiman con base en el valor unitario de los ítems de trabajo obtenidos a partir de un análisis de precios unitarios y por la comparación con costos de proyectos similares en Santa Fe de Bogotá. La estimación del costo del proyecto se basó en los resultados del diseño preliminar, la cantidad estimada de cada ítem de trabajo, y los estudios sobre la operación y método de construcción y mantenimiento.

Los conceptos fundamentales para estimar el costo del proyecto son como sigue:

- 1) El costo unitario de cada componente de costo se determinó con base en la condición económica que predominaba en Noviembre 2 de 1998 (1US\$ = 1,580 Pesos Colombianos, 1 US \$ = 116 Yen)
- 2) El costo de los servicios de Ingeniería (Diseño) se asume en un 6% para los diseños detallados y 8% para la supervisión de la construcción y del costo de construcción.
- 3) El costo de la adquisición de tierras y de compensación se estima por el informe de "Precios del Suelo Urbano y Formación de la Renta en Santa Fe De Bogotá" Marzo de 1998. Consultores Económicos y "El Valor del Suelo Urbano en Bogotá, 1998" Diciembre 1998, LONJA.

- 4) La eventualidad Física se estima en un 10% de los costos de la construcción y de los servicios de ingeniería.

Los proyectos se estiman en el costo financiero.

### 16.4.1. COSTO DE CONSTRUCCIÓN

#### (1) Costos Unitarios de Construcción

La mayoría de los ítems de los datos de los costos unitarios requeridos para implementar los proyectos se obtuvieron a partir de proyectos similares actualmente en proceso de construcción en la ciudad. Debido a que algunos de los materiales de construcción no están disponibles en el país, los costos unitarios de estos artículos se estimaron como importados desde América del Norte o Centroamérica. Los datos recogidos incluyen el costo unitario de cada material de construcción, mano de obra y equipo. También se obtuvieron los costos unitarios de los artículos principales de trabajo.

##### 1) Costo unitario de mano de obra

La Tabla 16.4-1 incluye el costo laboral para trabajadores locales que se requiere para implementar el Proyecto. El costo laboral incluye partidas tales como las prestaciones sociales, seguros etc. y se basa en la jornada laboral de 8 horas al día.

Tabla 16.4-1 Costo unitario de mano de obra

Clasificación	Clase	Retribución Básica	Comentarios
Capataz	A	835 US \$ / Mes	
Capataz	B	645 US \$ / mes	
Operador de maquinaria	A	8 US \$ / Día	
Operador de maquinaria	B	9 US \$ / Día	
Operario		6 US\$ / Día	
Comerciante	A	504 US \$ / Mes	
Conductor		297 US \$ / Mes	
Obrero	A	1.6 US \$ / Hora	
Obrero	B	1.8 US\$ / Hora	
Obrero	C	1.9 US \$ / Hora	
Técnico	A	2.4 US \$ / Hora	
Técnico	B	2.7 US \$ / Hora	
Técnico	C	2.8 US \$ / Hora	
Ingeniero	A	1,208 US \$ / Mes	
Ingeniero	B	332 US \$ / Mes	
Dibujante		322 US \$ / Mes	
Guardián de Seguridad		422 US \$ / Mes	

Nota: En el sueldo se están incluyendo los gastos de seguridad social según la ley  
La tasa aplicada de cambio es de 1US\$ = 1,580 Pesos , en Nov.2 de 1998

##### 2) Costos Unitarios de Materiales de Construcción

Los costos de materiales se muestran en la Tabla 16.4-2, que también aclara la fuente de cada material. El costo del material importado es con base en el valor CIF en el puerto de

Buenaventura incluyendo el cargo por manipulación, costos de importación, de licencia de aduana y de derechos. El costo de materiales locales es con base en el precio de mercado en la ciudad.

Tabla 16.4-2 Costo Unitario de Materiales de Construcción

Materiales	Unidad	Costo (US \$)	Fuente	Comentarios
Combustible Diesel	Gal.	0.84	Local	
Gasolina, Con plomo	Gal.	1.06	Local	
Sin plomo	Gal.	0.85	Local	
El Bitúmen Pen. 60/70	kg.		Importado	Venezuela
Emulsión	kg.	1.73	Local	
Acero de refuerzo, 9mm ~ 16mm	kg.	0.43	Local	
19mm~	kg.	0.43	Local	
Acero Estructural	kg.	0.43	Importado	Venezuela
Cemento	tonelada	135.63	Local	
Concreto Agregado	m <sup>3</sup>	18.99	Local	
Arena	m <sup>3</sup>	16.46	Local	
Base	m <sup>3</sup>	14.63	Local	
Subbase	m <sup>3</sup>	22.85	Local	
Concreto para el Pavimento 45kg/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	103.29	Local	Distancia de planta 5km
Concreto Estructural 3000psi	m <sup>3</sup>	93.42	Local	Usando Bomba para Concreto
Concreto Estructural 5000psi	m <sup>3</sup>	113.10	Local	Usando Bomba para Concreto
Triturado para Mampostería de Piedra	m <sup>3</sup>	12.66	Local	
Maderas	m <sup>3</sup>	12.34	Local	
El contrachapado t = 12mm	m <sup>2</sup>	13.54	Local	
Tubería PVC, 50mm	m	2.44	Local	
Tubería de Concreto, 24'	m	41.70	Local	
Tubería de Concreto, 36'	m	81.91	Local	
Pilotes de Concreto, 18' x 18'	m	40.16	Local	
P.C. Grader, L = 30m	m <sup>3</sup>	182.01	Local	

Nota: El valor aplicado de cambio es 1US\$ = 1,580 Pesos, en Noviembre 2 de 1998

### 3) Costo unitario del Equipo de Construcción

El costo de equipo usado para la estimación del proyecto se halla en la Tabla 16.4-3 sobre la base de arriendo por horas.

Tabla 16.4-3 Costo unitario del equipo de Construcción

El Equipo	Escribe/Modelo	Costo (US \$ / Hlr.)	Comentarios
Grúa Móvil	10 ton-20 ton	65.82	
	20 ton-40 ton	88.10	
	40 ton-60 ton	113.61	
	60 ton	179.49	
Retroexcavadora Hidráulica	0.60 m <sup>3</sup>	69.24	
	1.00 m <sup>3</sup>	94.24	
Buldozer	D6 (165 H.P.)	25.32	
	D9 (405 H.P.)	37.97	
	D10(520H.P.)	41.14	
Cargador R/T	0.76 m <sup>3</sup>	25.22	
	1.91 m <sup>3</sup>	56.96	
Motoniveladora	120 H.P~130 H.P.	77.66	
Cilindro de Macadam	10 ton 12 ton	11.08	
Cilindro Tándem	8 ton 12 ton	19.30	
Cilindro Vibratorio de Acero	70 H.P~80 H.P.	28.67	
Cilindro de ruedas neumáticas	70 H.P~80 H.P.	37.66	
Pavimentadora de Asfalto	3.05 m	112.85	
Calentador Rociador de Bitúmen	800 Galones	17.09	
Compresor	40 H.P~50 H.P.	9.18	
Retroexcavadora con Cargador	0.04 m <sup>3</sup>	21.14	
Camión con grúa	3 ton grúa	29.18	
Aplanadora	RX-30 Dynaplane	111.96	
Planta trituradora	Portátil 60 ton	40.38	
Planta de Asfaltos	40 ton/hr~60 ton/hr	55.57	
Planta de concretos	20 m <sup>3</sup> ~30 m <sup>3</sup> /hr	33.48	
Camión Mezclador (Mixer)	4~5 m <sup>3</sup>	14.87	
Bomba Concretera	50 m <sup>3</sup> /hr	29.24	
Volqueta	4.0 m <sup>3</sup>	18.10	
Volqueta	15 ton	18.73	
Camión	8 ton	14.87	
Camión	12 ton	16.20	
Camioneta PicK up	2 ton	13.16	
Generador	135 HP	15.57	

Nota: Todos los precios son valor de arriendo por horas. El contrato mensual o semanal puede reducir el precio de arriendo.

Fuente: El tipo de cambio aplicado es IUS\$ = 1,580 Pesos a Noviembre 2 de 1998.

Extranjero, local y componente valor de IVA, de labor, materiales y el equipo es como mostrado en Tabla 16.4-4.



Tabla 16.4-4 Componente Extranjero, Local y de IVA, de Mano de Obra, Material y Equipo

Item	Componente(%)			Comentarios
	Extranjero	Local	IVA	
Mano de obra calificada extranjera	76	8	16	
Mano de obra calificada local	0	84	16	
Mano de Obra no calificada	0	84	16	
Cemento Portland Ordinario	46	38	16	
Barra de Refuerzo	59	25	16	
Maderas	34	50	16	
Asfalto	50	34	16	
Combustible Diesel	50	34	16	
Aceite Motor	50	34	16	
Llantas	50	34	16	
Materiales Locales	34	50	16	
Equipo Pesado	59	25	16	

#### 4) Costo Unitario de Construcción

Los artículos importantes de trabajo para el proyecto son como se muestra en la Tabla 16.4-5.

Tabla 16.4-5 Costo Unitario de Construcción

Item	Unidad	Valor Unitario US\$
<b>1. Movimiento de tierras</b>		
Excavación de piso blando (Desperdicio)	m <sup>3</sup>	3.32
Excavación de Suelo Común (Desperdicio) 0 m a 2 m de Profundo	m <sup>3</sup>	1.60
Excavación de Suelo Común (Derrocha) 2 m a 3.5 m de Profundo	m <sup>3</sup>	3.54
Material de préstamo	m <sup>3</sup>	12.72
Relleno	m <sup>3</sup>	23.07
Remoción de Drenaje Existente	m	11.70
Remoción de sardinel y canal	m	2.90
Escarbado de Pavimento Existente de Asfalto, t = 4cm	m <sup>2</sup>	5.70
La remoción de Pavimento Existente de Asfalto, t = 15cm	m <sup>2</sup>	12.06
La remoción de Pavimento PCC Existente con capa superior de Asfalto	m <sup>2</sup>	21.93
Geotextil	m <sup>2</sup>	1.42
<b>2. Agregados</b>		
Subbase, tamaño máximo 40 mm	m <sup>3</sup>	37.41
Base, tamaño máximo 40 mm	m <sup>3</sup>	56.62
<b>3. Pavimentos de Asfalto y Tratamiento de superficie</b>		
Capa Imprimante de Asfalto	T	443.33
Capa base de Asfalto	T	443.33
Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente	T	80.40
Pavimento de Concreto Asfáltico de Color ( Color Rojo)	t	241.20
<b>4. Pavimento de Concreto de Cemento Portland</b>		
Pavimento de Concreto de Cemento Portland, t = 25cm	M <sup>3</sup>	139.40
<b>5. Terraplén Estructural</b>		
Riprap	M <sup>2</sup>	68.93
Muro de contención de Concreto (por Gravedad), H = 2.0m	M	185.97
<b>6. Construcción de Puentes</b>		
Concreto Estructural 3,000psi	m <sup>3</sup>	170.27
Concreto Estructural 5,000psi	m <sup>3</sup>	190.93
Concreto Delgado	m <sup>3</sup>	122.98
Acero de Refuerzo	t	733.40
CP Concreto Pretensado	t	3,833.47
Pilotes de Lámina	m	98.29
Elección de Viga de Concreto	m <sup>2</sup>	162.34
Elección de Viga de Acero	t	766.69
Viga de Acero	t	3,639.24
Apoyo	m <sup>2</sup>	145.57
Pilote fundido en sitio $\phi$ 1,000mm	m	263.80
Puente Peatonal	m	680.00
Barrera antiruido, H = 5.0m	m <sup>2</sup>	500.00
<b>7. Túnel</b>		
Portal y Excavación de túnel	m	1,062.67
Ventilación, Iluminación, etc.	L.S	108,800.00
<b>8. Construcción Incidental</b>		
R.C Protección de tubería $\phi$ 600mm.	m	47.13
R.C Protección de tubería $\phi$ 900mm.	m	92.55
R.C Protección de tubería $\phi$ 1,500mm día.	m	198.47
Alcantarilla	Unidad	435.97
Sardinel de Concreto (Fundido en sitio)	M	28.56
Bloque separador en Concreto (maletín)	M	22.96
Riel de protección	M	45.92
Baranda de Protección	M	22.93
Señal reguladora de Tránsito	Unidad	64.33
Señal Informativa	Unidad	1,066.67
Demarcación de Carril, Línea Sólida Ancho = 10 cm (Blanco)	m <sup>2</sup>	12.00

Nota: El precio aplicado es 1 US\$ = 1,580 Pesos , en Noviembre 2 de 1998

**(2) Costo de Construcci3n para las Instalaciones de Vía Troncal de b ses**

El costo de construcci3n de cada proyecto es como se muestra en la Tabla 16.4-6.

Tabla 16.4-6 Costo de Construcci3n de Instalaciones de Vía Troncal de buses

Nombre de la Vía	Longitud (km) (Lugar)	Costo de la vía (M US \$)	Viaducto y Costo de Paso elevado (M US \$)	Movilizaci3n y desmovilizaci3n (M US \$)	Total de Construcci3n Costo (M US \$)
Autopista Del Norte	17.240	39.244	0.000	3.924	43.168
Avenida Caracas	17.575	24.499	242.112	26.661	293.272
Avenida Suba (1)	13.150	5.479	0.000	0.548	6.027
Avenida Suba (2)	2.140	0.934	0.000	0.093	1.027
Autopista Del Sur	11.095	25.266	77.162	10.242	112.670
Terminal Central de Bus	1	22.584	0.000	2.258	24.842
Terminal de Bus Suburbano	2	1.486	0.000	0.149	1.635
Terminal de Bus Suburbano	1	1.413	0.000	0.141	1.554
Terminal de Bus Suburbano	1	0.807	0.000	0.081	0.888
Av. Primero De Mayo	1.090	0.371	0.000	0.037	0.408
Carrera. 7a / Cra. 10	24.060	13.699	0.000	1.370	15.069
Av. Ciudad de Quito	16.325	16.567	0.000	1.657	18.224
Calle 68 / 100	17.525	6.093	0.000	0.609	6.702
Calle 170	5.120	2.211	0.000	0.221	2.432
Terminal de Bus Suburbano	2	1.256	0.000	0.126	1.382
Terminal de Bus Suburbano	1	0.807	0.000	0.081	0.888
Total	125.320	162.716	319.274	48.199	530.188

Nota: La longitud del Viaducto de la Avenida Caracas = 14.5km

**(3) Costo de la Construcci3n para la Autopista de Anillo Interior**

El costo de construcci3n de la autopista de anillo interior es como se muestra en la Tabla 16.4-7.

Tabla 16.4-7 Costo de la Construcci3n de la Autopista de Anillo Interior

	Longitud (km)	Costo de Viaducto (M US \$)	Movilizaci3n & Desmovilizaci3n (M US \$)	Costo Total de Construcci3n (M US \$)
Superestructura	15.0	217.414	21.741	239.155
Subestructura	15.0	241.081	24.108	265.189
Total	15.0	458.495	45.850	504.344

**16.4.2. COSTO DE LA COMPENSACI3N Y ADQUISICI3N DE TIERRAS**

Los costos de compensaci3n y adquisici3n de tierras se estiman con base en el diseño preliminar de el estudio de la Vía troncal de buses y de la autopista de anillo interior. El  rea afectada se clasifica con base en el plano de desarrollo de Gobierno Municipal de Bogotá. El costo de la compensaci3n de las tierras y casas afectadas por la ampliaci3n de la vía, la construcci3n de los terminales de bus y la vía expresa, se estiman con base en los precios de tierras pagados en proyectos similares en la ciudad.

El costo de reubicación para los habitantes que pierden sus casas de residencia también se tiene en cuenta.

**(1) Instalaciones de Vía Troncal de Buses**

El costo estimado de adquisición y compensación por la vía de bus de troncal es como se muestra en las Tabla 16.4-8 a Tabla 16.4-11.

**Tabla 16.4-8 Costo de Adquisición de tierras - Vía Troncal de buses**

Nombre de la Vía	Ubicación	Area (m2)	Clasificación	Costo unitario (US \$/m2)	Costo de tierras (US \$)
Avenida Caracas	Avenida Caracas esquina Calle 81 lado Derecho	3,715	C	510	446,250
Autopista Del Sur	Avenida Quito esquina. Calle 6 Lado Izquierdo	1,900	C	320	1,600,000
Avenida Quito	Km 1+840 - km 2+580 Ambos Lados	8,880	R	475	4,218,000
Avenida Quito	Km 2+580 - km 3+865 Lado Derecho	3,855	R	475	1,831,125
<b>Total</b>		<b>18,350</b>			<b>8,095,375</b>

Nota: El Costo de Adquisición de tierras se aplicó desde "EL VALOR DEL SUELO URBANO EN BOGOTA 1998", LONJA DE PROPIEDAD RAIZ DE BOGOTA

Clasificación de tierras: P = Pastura, A.S = Planta de Asfalto, C = Comercial, R = Residencial

**Tabla 16.4-9 Costo de Compensación - Vía Troncal de buses**

Nombre de la Vía	Edificio		Familia Afectada			Total (US \$)
	Número	Costo (US \$)	Número	Habitante	Costo (US \$)	
Avenida Caracas	17	2,108,688	23	77	73,600	2,182,288
(Reubicación)		1,362,397				1,362,397
Autopista Del Sur	7	513,000	24	79	76,800	589,800
(Reubicación)		1,362,397				1,362,397
Avenida Quito	0	0	0	0	0	0
Avenida Quito	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>5,346,482</b>	<b>47</b>	<b>156</b>	<b>150,400</b>	<b>5,496,882</b>

Tabla 16.4-10 Costo de Adquisición de tierras - Terminal de Bus

Nombre de ruta de Vía de Buses	Clasificación del Terminal de Bus	Area (m2)	Clasificación	Costo unitario (US \$/m2)	Costo de tierras (US \$)
Autopista Norte	Suburbano, Tipo1	9,810	P	230	2,256,300
Avenida Caracas	Suburbano, Tipo1	9,810	A.S	55	539,550
Avenida Suba	Suburbano, Tipo4	9,180	P	100	918,000
Autopista del Sur	Suburbano, Tipo3	15,480	P	85	1,315,800
Terminal Central de Buses	Central	23,750	C / R	635	15,081,250
Carrera 7ª	Suburbano, Tipo2	8,100	P	225	1,822,500
Carrera 7ª	Suburbano, Tipo4	9,180	P	90	826,200
Calle 170	Suburbano, Tipo2	8,100	P	380	3,078,000
<b>Total</b>		<b>93,410</b>			<b>25,837,600</b>

Nota: El Costo de Adquisición de tierras se toma de "EL VALOR DEL SUELO URBANO EN BOGOTA 1998", LONJA, DE PROPIEDAD RAIZ DE BOGOTA

Clasificación de tierras: P = Pastura, A.S = Planta de Asfalto, C = Comercial, R =Residencial

Tabla 16.4-11 Costo de Compensación - Terminal de Buses

Nombre de Ruta de Vía de buses	Edificio		Familias Afectadas			Total (US \$)
	Número	Costo(US \$)	Número	Habitantes	Costo(US \$)	
Autopista del Norte	0	0	0	0	0	0
Avenida Caracas	0	0	0	0	0	0
Avenida Suba	0	0	0	0	0	0
Autopista Del Sur	0	0	0	0	0	0
El Terminal Central de Bus (Reubicación)	69	8,348,320	133	447	425,600	8,773,920
Carrera 7ª	0	0	0	0	0	0
Carrera 7ª	0	0	0	0	0	0
Calle 170	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>8,348,320</b>	<b>133</b>	<b>447</b>	<b>425,600</b>	<b>13,517,619</b>

## (2) Autopista de Anillo Interior

El costo estimado de compensación y adquisición de tierras de la autopista de anillo interior es como se muestra en las Tabla 16.4-12 a Tabla 16.4-13.

Tabla 16.4-12 Costo de Adquisición de tierras - Autopista de Anillo Interior

Nombre de vía	Ubicación	Area (m2)	Clasificación	costo unitario (US \$/m2)	Costo de tierras (US \$)
Carrera 7a / Avenida 100	Corredor de Carrera 7a / Avenida 100	1,888	C	635	1,198,880
Avenida Quito	Km 8 + Lado Izquierdo	3,125	C	320	1,000,000
<b>Total</b>		<b>5,013</b>			<b>2,198,880</b>

Nota: El Costo de Adquisición de tierras se toma de "EL VALOR DEL SUELO URBANO EN BOGOTA 1998", LONJA, DE PROPIEDAD RAIZ DE BOGOTA

Clasificación de tierras: P = Pastura, A.S = Asfalto Planta, C = Comercial, R = Residencial

Tabla 16.4-13 Costo de Compensación - Autopista de Anillo Interior

Nombre de Vía	Ubicación	Construcción		Familia Afectada			Total (US \$)
		Número	Costo (US \$)	Número	Habitantes	Costo (US \$)	
Carrera 7a / Avenida 100	Esquina de Carrera 7a / Avenida 100	12	454,200	14	46	44,800	499,000
Avenida Quito	km 8 + Lado Izquierdo	21	1,331,250	21	70	67,200	1,398,450
(Reubicación)			2,043,582				2,043,582
Total		33	3,829,032	35	116	112,000	3,941,032

#### 16.4.3. COSTO DE DISEÑO Y DE EVENTUALIDAD

Los Costos de diseño consisten en el costo de la consultoría requerida, para la Supervisión del diseño detallado y la Construcción, en la implementación del proyecto. El costo de ingeniería del diseño detallado es aproximadamente 6% del costo de construcción, y para la supervisión de construcción es aproximadamente 8%, así el costo total del diseño llega a ser 14% del costo de construcción.

La eventualidad física se estima en un 10% de la ingeniería y el costo de construcción costo. La eventualidad de variación de precios para el proyecto no está estimada en esta etapa.

#### 16.4.4. COSTO DEL PROYECTO

##### (1) Instalaciones de la Vía Troncal de Búses

El resumen del costo de proyecto para cada Vía troncal de buses es como se muestra en la Tabla 16.4-14.

Tabla 16.4-14 Costo del Proyecto - Vía Troncal de buses

Unidad de costo: Millones

Nombre de la vía	Longitud (km)	Costo de Construcción (US\$)	Costo de Ingeniería (US\$)		Adquisición de tierras (US\$)	Costo de Compensación (US\$)	Eventualidad Física (10%)	Total (US\$)
			D/D	C/S				
Autopista Norte	17.240	43.168	2.591	3.453	0.000	0.000	4.921	54.133
Avenida Caracas	17.575	26.949	1.617	2.156	0.000	0.000	3.072	33.794
Viaducto para Bus Expreso	(14.500)	266.323	15.979	21.306	0.446	3.545	30.361	337.960
Avenida Suba 1	13.150	6.027	0.362	0.486	0.000	0.000	0.687	7.558
Avenida Suba 2	2.140	1.027	0.062	0.082	0.000	0.000	0.117	1.288
Autopista Sur	11.095	27.792	1.668	2.223	0.000	0.000	3.168	34.851
Pasos Elevados		84.879	5.092	6.790	1.600	1.949	9.676	109.987
Terminal Central de Buses		24.842	1.491	1.987	15.081	13.518	28.320	59.751
T.B. Suburbana Tipo 1		1.635	0.098	0.131	2.796	0.000	0.186	4.846
T.B. Suburbana Tipo 2		1.382	0.083	0.111	4.901	0.000	0.179	6.634
T.B. Suburbana Tipo 3		1.554	0.093	0.124	1.315	0.000	0.177	3.264
T.B. Suburbano Tipo 4		1.776	0.106	0.142	1.744	0.000	0.202	3.971
Avenida Primero de Mayo	1.090	0.408	0.024	0.033	0.000	0.000	0.047	0.512
Carrera 7ª / Carrera .10	24.060	15.069	0.904	1.206	0.000	0.000	1.718	18.897
Avenida Ciudad de Quito	16.325	18.224	1.093	1.458	6.049	0.000	2.078	28.902
Calle 68 / 100	17.525	6.702	0.402	0.536	0.000	0.000	0.764	8.404
Calle 170	5.120	2.432	0.146	0.195	0.000	0.000	0.277	3.050
<b>Total</b>	<b>125.320</b>	<b>530.188</b>	<b>31.811</b>	<b>42.415</b>	<b>33.932</b>	<b>19.015</b>	<b>60.441</b>	<b>717.802</b>

Nota: El D/D corresponde al Diseño Detallado (6%) y C/S corresponde a la Supervisión de Construcción (8%)

## (2) Autopista de Anillo Interior

El resumen del Costo del proyecto para la autopista de anillo interior es como se muestra en la Tabla 16.4-15.

Tabla 16.4-15 Costo de Proyecto - Autopista de Anillo Interior

Unidad de Costo: Millón

	Longitud (km)	Costo de Construcción (US\$)	Costo de Ingeniería (US\$)		Adquisición de tierras (US\$)	Costo de Compensación (US\$)	Eventualidad Física (10%)	Total (US\$)
			D/D	C/S				
Superestructura	15.0	239.155	14.349	19.132	-	-	27.264	299.900
Subestructura	15.0	265.189	15.911	21.215	2.199	3.941	30.231	338.686
<b>Total</b>	<b>15.0</b>	<b>504.344</b>	<b>30.260</b>	<b>40.347</b>	<b>2.199</b>	<b>3.941</b>	<b>57.495</b>	<b>638.586</b>

Nota : D/D corresponde al Diseño Detallado (6%) y C/S corresponde a la Supervisión de la Construcción (8%)

## **16.5. COSTO DE MANTENIMIENTO**

El costo de mantenimiento del proyecto se estima con base en la experiencia aplicada para trabajos de mantenimiento para vías similares y en la condición de las estructuras en la ciudad y se estima para 20 años. Respecto a la Vía de buses, se estima que el 5% de la longitud total requerirá repavimentación de 4 cm de grueso en cada año durante los primeros 10 años. Sobre la autopista, se estima que el 2% de la longitud total requerirá repavimentación de 5 cm de grueso en cada año durante los primeros 5 años y para los siguientes 5 años, el 5% de la longitud total requerirá el mismo espesor de repavimentación en cada año. Para los restantes 10 años, se requerirá repavimentación de 3 cm de gruesa en la Vía de buses y en la autopista en toda su longitud por una vez.

### **(1) Instalaciones de Vía Troncal de Autobuses**

El costo de mantenimiento de cada proyecto es como se muestra en la Tabla 16.5-1.

### **(2) Autopista de Anillo Interior**

El costo de mantenimiento es como se muestra en la Tabla 16.5-2.



Tabla 16.5-1 Costo de Mantenimiento para la Vía Troncal de Buses

Road / Bus Terminal Name	Length (km) (Place)	Number of Bus Lane	Bus Lane Width (m)	Area of Bus Lane (m <sup>2</sup> )	Overlay Cost (US\$/M <sup>2</sup> )	Open Year	Maintenance cost	
							1st. to 10th Year (US\$)	11th to 20th Year (US\$)
<b>1. Stage I</b>								
Autopista Del Norte, 3-lane Section	7.370	2	3.5 x 2 = 7.0	51,590				
Autopista Del Norte, 5-lane Section	9.870	4	7.5 x 2 = 15.0	148,050				
Subtotal	17.240			199,640	39.54	2002.1	394,688	789,377
Avenida Caracas, Viaduct Section	14.500	2	4.5 x 2 = 9.0	130,500				
Avenida Caracas, Trunk Bus section	13.975	2	4.0 x 2 = 8.0	111,800				
Avenida Caracas, Mixed Lane section	3.600	2	3.5 x 2 = 7.0	25,200				
Subtotal	17.575			267,500	39.54	2003.7	528,848	1,057,695
Avenida Suba (1)	13.150	2	3.5 x 2 = 7.0	92,050	39.54	2001.6	181,983	363,966
Avenida Suba (2)	2.140	2	3.5 x 2 = 7.0	14,980	39.54	2002.1	29,615	59,231
Autopista Del Sur, Viaduct Section	4.700	2	4.5 x 2 = 9.0	42,300				
Autopista Del Sur, Under Viaduct Section	4.700	2	4.0 x 2 = 8.0	37,600				
Autopista Del Sur, 4-Lane Section	6.395	4	7.5 x 2 = 15.0	95,925				
Subtotal	11.095			175,825	39.54	2003.4	347,666	695,212
Central Bus Terminal	1	15,882m <sup>2</sup>		15,882	23.18	2003.7	36,814	55,222
Suburban Bus Terminal Type 1, Apt. Note	1	3,839m <sup>2</sup>		3,839	23.18	2002.1	8,899	13,348
Suburban Bus Terminal Type 1, Av. Caracas	1	3,839m <sup>2</sup>		3,839	23.18	2003.7	8,899	13,348
Suburban Bus Terminal Type 3, Apt. Sur	1	7,436m <sup>2</sup>		7,436	23.18	2003.4	17,237	25,855
Suburban Bus Terminal Type 4, Av. Suba	1	3,898m <sup>2</sup>		3,898	23.18	2001.6	9,036	13,553
Total of Stage I	61.200			781,050			1,554,726	3,073,458
<b>2. Stage II</b>								
Avenida Primero De Mayo	1.090	2	3.5 x 2 = 7.0	7,630	39.54	2004.8	15,085	30,169
Carrera 7a / Avenida 10, Cr.7a Section	16.650	2	3.5 x 2 = 7.0	116,550				
Carrera 7a / Avenida 10, Av.10 Section	7.410	4	7.0 x 2 = 14.0	103,740				
Sub-total				220,290	39.54	2004.8	435,513	871,027
Avenida Ciudad de Quito	16.325	2	3.5 x 2 = 7.0	114,275	39.54	2003.4	225,922	451,843
Avenida 68 / 100	17.525	2	3.5 x 2 = 7.0	122,675	39.54	2005.7	242,528	485,057
Calle 170	5.420	2	3.5 x 2 = 7.0	35,840	39.54	2005.7	70,856	141,711
Suburban Bus Terminal Type 2, Cr. 7a	1	3,016m <sup>2</sup>		3,016	23.18	2004.8	6,991	10,487
Suburban Bus Terminal Type 2, Calle 170	1	3,016m <sup>2</sup>		3,016	23.18	2004.8	6,991	10,487
Suburban Bus Terminal Type 4, Cr. 7a	1	3,898m <sup>2</sup>		3,898	23.18	2005.7	9,036	13,553
Sub-total	64.120			507,624			1,005,930	2,003,847
Total	125.320			1,288,674			2,560,656	5,077,306

Nota: La longitud del Viaducto de la Caracas = 14.5km

Terminal Suburbano de buses: Escenario I - Tipo 1 - Autopista. Norte y la Avenida Caracas,

Escenario II - Tipo 2- Carrera 7ª y

El costo de mantenimiento del terminal de bus implica el 10% en los primeros 10 años y el 15% en los siguientes 10 años para el costo de la capa de asfalto.

El espesor de la capa de asfalto usada es de 4 cm para el carril de bus y 5 cm para el terminal de bus.

El costo de la capa de asfalto incluye triturado, base compactada, pavimentado y demarcación del carril.

Tabla 16.5-2 Tabla 16.5-2 Costo de Mantenimiento para la Autopista de Anillo Interior

Nombre de la vía	Longitud (km)	No. de Carriles	Anchura de Carril de Bus (m)	Área de Carril de Bus (m <sup>2</sup> )	Costo de Repavimentación (US\$/M <sup>2</sup> )	Año de Apertura	Costo de Mantenimiento (US\$/ Año)		
							1ro. a 5to Año	6o a 10 Año	11mo a 20mo año
Carrera 7ª Sección	2.50	4	8.5 x 2 = 17.0	42,500	23.18	2006.1	19,703	49,258	98,515
Avenida 100 Sección	1.20	4	8.5 x 2 = 17.0	20,400	23.18	2006.1	9,457	23,644	47,287
Avenida Quito Sección	11.30	4	8.5 x 2 = 17.0	192,100	23.18	2006.1	89,058	222,644	445,288
Total	15.00			255,000			118,218	295,545	591,090

Nota: El espesor de la repavimentación de asfalto aplicada son 5 cm.  
El costo de la repavimentación de asfalto incluye escarbar, capa de asfalto compactada, trabajo de pavimentación y demarcación de líneas de carriles.

**PARTE E**

**EVALUACION DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES**

**CAPITULO 17**  
**Plan de Implementacion**

## **PARTE - E EVALUACION DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES**

### **17. PLAN DE IMPLEMENTACION**

#### **17.1. SISTEMA DE BUS TRONCAL**

##### **17.1.1. LA INVERSION Y PROGRAMA DE IMPLEMENTACION**

###### **- INSTALACIONES DE AUTOBUS TRONCAL**

###### **(1) Características Del Proyecto**

###### **1) Estructura**

**Vías de Buses:** Como estaba ya dicho en capítulos anteriores, las vías de bus para troncal y bus expreso se segregan del tráfico general por el pavimento de color y se proveen nuevas paradas de bus.

En general hay dos de tipos de parada de bus. La parada de bus en el separador central y la parada de bus sobre la acera lateral.

La parada de bus en el separador central se conecta con la acera por el puente peatonal y/o mediante el cruce para peatones para acceder y salir de la troncal.

Las vías de bus se clasifican en 10 rutas como ya se ha mencionado.

**Terminales de bus:** Hay dos tipos de terminales de bus: terminal central de bus urbano y terminal de bus suburbano.

El terminal central de bus es una estructura con cubierta de doble altura de concreto reforzado (c.r.) y con un piso de entresuelo tipo mezzanine. Tanto en el primero como en el segundo nivel, los pisos son de pavimento asfáltico con puentes peatonales que conectan las bahías de bus. El primer nivel se conecta con las dos vías existentes y el segundo piso se conecta con el viaducto expreso de buses. Los almacenes y otros servicios se acomodan en el mezzanine .

Hay cuatro tipos de terminal suburbano de bus y cada escala es diferente, sin embargo, el número y el tipo de instalaciones son los mismos a excepción de su tamaño. Las bahías de buses se interconectan con puentes peatonales.

**El viaducto expreso de buses:** El viaducto expreso de buses tiene una estructura de concreto para una calzada de doble vía con un carril único en cada sentido; con una estructura de una sola columna en su sección estándar y dos columnas en marco rígido en los paraderos, a intervalos de aproximadamente 1.5 kilómetros.

La estructura es apoyada en los pilotes de concreto fundidos in situ de 1 m de diámetro y la superficie de la vía es una placa aligerada a 11 m de altura sobre la vía existente para pasar sobre los puentes peatonales

---

	Contra el ruido se instala una barrera de ruido transparente de 4 mts de alto sobre la baranda de la estructura de concreto reforzado de 1 m de altura.
<b>Pasos Elevados:</b>	Los pasos elevados para el bus expreso se construyen en las intersecciones importantes sobre la Autopista del sur. Hay dos tipos de pasos elevados. El paso elevado en cruce sobre intersección única y los pasos elevados para pasar sobre intersecciones múltiples.  El paso elevado simple consiste en columnas de concreto reforzado y vigas p.c. prefabricadas en "I" apoyadas sobre los pilotes fundidos in situ de 1 m de diámetro.  El paso elevado múltiple es la misma estructura que el viaducto expreso de buses.  En ciertos sectores del paso elevado múltiple, se instala el mismo tipo de barrera de ruido que en el viaducto expreso de buses.

## **2) Construcción**

Como se dijo en el capítulo 16, a fin de evitar cualquier interferencia al tráfico en las vías, las actividades importantes tienen que ser efectuadas en la noche, a excepción de la construcción de los terminales de bus y algunos trabajos en las vías.

Para el trabajo de fundación de las estructuras, la vía de superficie se cubre con un pórtico temporal de cubierta con el fin de no reducir el número de carriles durante el día.

Especial atención y cuidado se tomará para proteger los carriles de tránsito para evitar cualquier congestión de tráfico.

Algunos tipos de tránsito tienen que ser desviados a otras vías tales como la Avenida 7a y la Avenida ciudad de Quito durante la construcción del viaducto expreso de bus sobre la Avenida Caracas.

Las áreas de trabajo deben estar bien protegidas del tránsito por barreras móviles de seguridad y/o cercas con luz intermitente de colores e iluminación para la noche.

### **(2) Concepto básico en el Programa de Implementación**

El programa de implementación para las instalaciones de vías troncales de bus se planea para un período de 6 años desde mediados de 1999 hasta mediados de 2005.

Sin embargo, dependiendo de la ruta, el trabajo de diseño detallado debe ser comenzado desde mediados de 1999 y la construcción debe iniciarse desde el comienzo del 2000. Esto es válido para acciones de bajo costo y trabajo sencillo, tales como la troncal y el sistema expreso de buses por la Autopista Norte, en primera Instancia; tal como se muestra en la Tabla 17.1-1.

El diseño detallado y la construcción del viaducto expreso y los pasos elevados junto con el mejoramiento del sistema de troncal deben ser comenzados desde mediados de 1999 y completados a mitad de 2003.

El terminal central de buses deberá ser comenzado desde mediados del 2000 y completado a mediados del 2003 para realizar el sistema expreso de vías de bus.

La compensación y la adquisición de tierras sobre cada ruta tiene que ser completada dentro de el período de diseño detallado.

El período de diseño detallado incluye la invitación y selección de contratista(s).

El programa de implementación de cada ruta debe ser decidido a partir del principio de promediar la distribución del tráfico de toda la ciudad en las horas pico.

### **(3) Programa de Implementación**

Como se muestra en la Tabla 17.1-1, las actividades de cada año son como se indica a continuación;

- 1999: Diseño detallado de las obras para la Autopista Norte, la Avenida Caracas, incluyendo el viaducto expreso de bus, la Autopista del Sur, incluyendo pasos elevados y la Avenida Suba 1.
- 2000: Diseño detallado de las obras para la Avenida Caracas, la Avenida Suba 1, la Avenida Suba 2, el diseño detallado para los terminales Central de bus, suburbano de bus terminal 1 y terminal 3. La construcción de la Autopista Norte, Avenida Caracas, Avenida Suba 1, Autopista del Sur y terminal suburbano de bus 3.
- 2001: Diseño detallado para la Avenida Suba 2, Avenida Ciudad de Quito, terminal central bus y terminal suburbano de bus 2 y 4. La construcción de la Autopista del Norte, Avenida Caracas, Avenida Suba 1, Avenida Suba 2, Autopista del Sur, Terminal Central de Bus, Terminal Suburbano de Bus 1 y Terminal Suburbano de Bus 3.
- 2002: Diseño detallado para el Terminal Suburbano de Bus 2 y Terminal Suburbano de Bus 4. La construcción de la Avenida Caracas, la Avenida Ciudad de Quito, la Autopista del Sur, Terminal Central de Bus, Terminal de Bus 2 y Terminal Suburbano de Bus 4.
- 2003: Diseño detallado para la Avenida 7a, la Avenida Primero de Mayo, Terminal Suburbano de Bus 5 y Terminal Suburbano de Bus 6. La construcción de la Avenida 7a, la Avenida Caracas, la Avenida Ciudad de Quito, la Autopista del Sur, Terminal Central de Bus, Terminal Suburbano de Bus 2, 4 y 5; y Terminal Suburbano de Bus 6.
- 2004: Diseño detallado para la Avenida 68-Calle 100, Calle 170 y Terminal Suburbano de Bus 7. La construcción de la Avenida 7a, la Avenida Primero de Mayo, la Avenida 68 - Calle 100, Calle 170, Terminal Suburbano de Bus 5 y 6 y Terminal Suburbano de Bus 7.
- 2005: Construcción de la Avenida 68, Calle 100, Calle 170 y Terminal Suburbano de Bus 7.

Tabla 17.1-1 Programa de implementación - Instalaciones de vía troncal de buses

Project Name and Cost	Length	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
		M US\$	M US\$	M US\$	M US\$	M US\$	M US\$	M US\$
Avenida 7a	24.060				0.746	10.319	7.832	
18.897								
Autopista del Norte	17.240	1.899	26.592	25.642				
54.133								
Avenida Caracas/ Viaduct	17.575	9.696	76.475	126.926	126.926	31.733		
371.754								
Avenida Primero de Mayo	1.090					0.016	0.496	
0.512								
Avenida Suba 1	13.150	0.265	4.736	2.557				
7.588								
Avenida Suba 2 (Calle 127)	2.140			1.288				
1.288								
Avenida Ciudad de Quito	16.325			0.401	14.492	14.009		
28.902								
Autopista del Sur/Flyover	11.095	3.736	31.066	48.906	48.906	12.224		
144.838								
Avenida 68 - Calle 100	17.525						3.627	4.777
8.404								
Calle 170	5.120						1.316	1.734
3.050								
Central Bus Terminal			20.031	19.066	16.515	4.129		
59.751								
Suburban Bus Terminal 1			2.311	0.971				
3.282								
Suburban Bus Terminal 2				0.306	1.016	0.242		
1.564								
Suburban Bus Terminal 3		0.179	1.413	0.438				
2.002								
Suburban Bus Terminal 4				0.726	2.075	0.463		
3.264								
Suburban Bus Terminal 5					0.009	2.201	0.479	
2.689								
Suburban Bus Terminal 6					0.013	1.311	0.615	
1.939								
Suburban Bus Terminal 7						0.015	3.519	0.411
3.945								
717.802	125.320	15.775	162.634	227.227	210.698	76.662	17.884	6.922

□ Detailed Design  
 ■ Construction

**(4) Inversión Requerida**

Como se muestra en la Tabla 17.1-1, la inversión requerida en cada año para implementar los proyectos es como se resume en la Tabla 17.1-2.



Tabla 17.1-2 Inversión Requerida - Instalaciones de Vía Troncal de Buses

(unidad: millones de US\$)

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
15.775	162.636	227.227	210.698	76.662	17.884	6.922	717.802

**17.1.2. ESQUEMA DE DESARROLLO****(1) Directiva Básica****1) Sistema de Bus Troncal**

Las infraestructuras para el sistema de bus troncal deben ser desarrolladas adecuadamente por el Gobierno, entendiéndolas como el servicio público para satisfacer las necesidades básicas de la gente. A la larga, la operación de bus troncal bajo la tasa de la tarifa propuesta de 600 pesos por recorrido generará aproximadamente US\$ 70 millones al valor presente en una ganancia acumulada entre los años 2000 y 2020 (el balance de ingresos y costo de operación). En la tasa de la tarifa actual, sin embargo, este negocio no pagará. Si es posible introducir un préstamo blando para las compañías de buses, el negocio de bus troncal genera unas ganancias bajo la tasa de la tarifa propuesta. El préstamo es urgentemente necesario para renovar la flota de bus actual. En principio, se recomienda que la ganancia se gaste para mejorar el servicio de buses o reducir la tarifa del bus.

**2) Terminales de Bus**

Los proyectos de terminales de buses son no solamente inevitable para el sistema de bus troncal, sino también altamente lucrativos, posiblemente lo suficiente para invitar a los capitales privados. Como los esquemas de Iniciativa de Financiero Privado (IFP) tanto BOT como BLT, deben estudiarse los incentivos necesarios para invitar el sector privado. Otra manera es que una nueva compañía pública de buses planeada por las autoridades municipales de Santa fé de Bogotá, ahora bajo la preparación para su establecimiento, emprenda este proyecto por sí misma. Esta sería una entidad sin ánimo de lucro. Consiguientemente, una ganancia del proyecto de terminal puede beneficiar a los pasajeros o al operador mediante la expansión o mejoramiento de la infraestructura o financiamiento de buses o la adquisición de nuevos buses. Una ventaja de este proyecto es que el requerimiento de capital es más bien pequeño.

**(2) Corporación Pública de Buses**

El Gobierno Municipal está estableciendo ahora una nueva compañía pública para la operación del nuevo sistema de buses. Según el plan, la compañía administrará todas las rutas troncales, asignando las rutas a los operadores en el sector privado, con grandes buses clasificados. La compañía tendrá una función financiera importante para cobrar todas las utilidades y redistribuir de una manera razonable. Por hacer esto, los miembros operadores pueden trabajar como si ellos pertenecieran a una compañía; los nuevos servicios llegaran a ser posibles, tales como, la reducción de la tarifa para el traslado entre un bus de troncal a otro o a un bus de alimentador, o la introducción de un sistema común de tiquete.

El plan de corporación público parece ser bueno y apropiado. Sin embargo, la compañía en sí misma es una entidad pública y debe notarse que hay pocos ejemplos en el mundo de operación exitosa del transporte público directamente operado por un gobierno. Se necesitará un enfoque cuidadoso de prueba y error e intervención del sector público para regular el crecimiento y la libre competencia del sector privado. Para hacer este nuevo ensayo exitoso serán esenciales tres condiciones: (1) Establecer un sistema para el

procesamiento y recaudo de información de volumen de pasajeros recaudados de tarifas, (2) Tener una unidad fuerte y capaz de la planeación y análisis y (3) Ejecutar un sistema abierto de información operacional y financiera.

### **(3) Hacia un sistema de tránsito sobre rieles**

Bogotá tiene una larga historia de planes y proyectos de tránsito por rieles pero nunca la ha ejecutado. En algunos casos, el Gobierno ha buscado un sector privado que financie el proyecto urbano de metro. Sin embargo, la cantidad requerida de inversión inicial es demasiado grande, mientras que la capacidad de pago de los pasajeros esta demasiado deprimida como para invitar un capital privado.

Muchos planes han propuesto la Avenida Caracas como la primera ruta de prioridad de un metro. La Caracas es una de la rutas con la demanda más alta en la ciudad de Bogotá. En este estudio de Factibilidad, se propone una vía elevada de bus expreso a lo largo de la Avenida Caracas. Costará más de US\$ 300 millones. Sin embargo, parece claro que el tiempo llegará tarde o temprano, cuando la demanda exceda la capacidad de transporte de bus. Según nuestra estimación, este tiempo será entre los años 2015 y 2020.

Entonces, nosotros recomendamos fuertemente diseñar la estructura para acomodar un futuro tránsito de riel, como un LRT. Para esto, se necesitará alguna modificación del diseño en su alineación vertical y horizontal y en la fortaleza de la estructura que tendrá que ser verificada, lo que posiblemente aumentará un poco el costo. Sin embargo, por hacer esto, cuando el tiempo venga, el sistema expreso de bus podrá transferirse suavemente al sistema de tránsito de riel, con un mínimo costo adicional. Si el balance del débito en el costo de la estructura elevada se transfiere del bus troncal al tránsito masivo, la factibilidad financiera de ambos proyectos se mejorará significativamente. Se necesita una formación de consenso para esta política, entre las agencias conexas, así como también, entre los ciudadanos.

Para minimizar la inversión adicional por la introducción de un sistema de tránsito por el riel al viaducto de bus troncal en Caracas, lo siguiente debe tomar en cuenta cuando se diseña y construye el viaducto.

- **Alineación**

La alineación vertical y horizontal del viaducto debe ser diseñada para poder permitir una acomodación fácil de un sistema de tránsito por el riel. La máxima pendiente es de 3.0 a 3.5% y el radio de curvatura debe ser más de 100m.

- **Carga de Diseño**

La carga viva de un tránsito por riel es entre 1.2 y 2 veces más grande que la de un bus troncal. Por lo tanto, la estructura debe ser diseñada para resistir la carga del sistema de tránsito por el riel.

- **Estación**

En una estación, la plataforma debe ser extendida al largo total de un tren, además una tolerancia de 4.0 a 5.0 m. a futuro. Por lo tanto, si el largo de un tren es más de 100 m., el viaducto debe ser diseñado para que sea posible esta extensión. La plataforma para el bus troncal debe ser elevada al nivel del piso de tren.

- **Deposito de carros**

La mayor dificultad para convertir el sistema del bus troncal al sistema de tránsito por el riel puede que sea la provisión de un deposito de carros. En este caso, el candidato para el deposito podría encontrarse en el sitio de cantera a lo largo del Río Bogotá al final del sur de la Av. Caracas. La línea de conexión desde el viaducto al deposito debe ser planeada en una temprana etapa.

- **Pista, Línea de Fuerza Eléctrica y de Comunicación**

Para la instalación de la pista de rieles, re-pavimento de la superficie del viaducto será necesario, removiendo el pavimento asfáltico original. El sistema para el suministro de fuerza eléctrica y la comunicación debe ser planeado en la etapa de planificación del viaducto y el diseño del viaducto para el sistema del bus troncal debe ser modificado si es necesario.

- **Para Emergencia**

En caso de emergencia, una ruta de evacuación debe ser preparada entre las estaciones. El viaducto debe ser facilitado con la salida de emergencia por una escalera de emergencia o una conexión directa con el edificio a lo largo del viaducto.

#### **(4) Arreglo Financiero**

El Gobierno Central y el Municipal deberían tomar la iniciativa para la promoción e implementación de los proyectos propuestos en el Estudio, especialmente en el campo de la financiación. El financiamiento privado puede ser de esperar únicamente para el proyecto del terminal. Los otros componentes necesitarán financiamiento absolutamente público. Los Gobiernos tienen que buscar todas las oportunidades de levantar los fondos a través del presupuesto oficial, emitiendo títulos y mediante el préstamo internacional o el doméstico.

Otro punto financiero urgente es para la renovación de la flota de buses. Más de la mitad de la flota actual ha de ser reemplazada legalmente en cinco años. Este estudio también propone que se reduzca en dos terceras partes las líneas actuales de bus, dentro de siete años. La mayoría de los operadores de bus tienen que ser absorbidos en el nuevo plan, preferentemente con flota nueva. La mayoría de los operadores actuales de bus, sin embargo, no tienen ninguna capacidad para procurarse un nuevo bus por sí mismos. Para financiar al comprador de buses con condiciones factibles se tiene que establecer un plan financiero institucional.

#### **(5) Incentivos Financieros Privados (IFP)**

Como se estableció antes, el proyecto urbano de bus tiene una posibilidad para la aplicación de IFP proyectados a causa de su alta rentabilidad. Para invitar un capital privado a un proyecto de infraestructura de naturaleza pública, una variedad de planes se ha tratado en el mundo entero. La Tabla 17.1-3 los resume. La idea básica es común entre ellos. Las diferencias están en el campo de las finanzas privadas, la manera de gestión y titularidad de una propiedad.