

CAPÍTULO 14  
Plan del Sistema de Vías Troncales  
para Buses

## 14. PLAN DEL SISTEMA DE VÍAS TRONCALES PARA BUSES

### 14.1. GENERAL

Los buses son uno de los medios más eficientes, en cuanto a espacio y costo, para transportar a grandes cantidades de personas. Donde los flujos del tránsito se encuentran por debajo de la capacidad de la red vial, los buses pueden compartir espacios en las vías con otro vehículo y, en general, existen pocas prioridades especiales necesarias para los buses. Sin embargo, en el Área Metropolitana de Lima, donde el volumen del tránsito vehicular es alto con respecto a la capacidad vial, los buses sufren de la congestión y demora causadas por el tránsito de los buses y los usuarios de las vías, y se requieren medidas prioritarias para aliviar a los buses de la congestión del tránsito y el transporte de buses en sí.

En el Plan Maestro, se recomendó el sistema troncal de buses como una opción de transporte público, como proyecto de alta prioridad considerando la importancia de reforzar el sistema de transporte público en el área del estudio.

En general, existen dos medidas prioritarias principales de buses: carriles de buses y vías de buses. Los carriles de buses son carriles en la vía reservados sólo para el uso de los buses. Existen dos tipos principales de carriles de buses: con el flujo y contra-flujo.

Una vía de buses involucra una construcción en donde los esquemas pueden estar parcialmente segregados de otro vehículo o completamente segregados de otros vehículos por medio de aceras o cercas. Una vía de buses básica es esencialmente una medida de ingeniería de tránsito. Sin embargo, el funcionamiento de esta vía de buses básica se puede mejorar substancialmente adoptando varias “medidas operacionales especiales” para formar un “**sistema de tránsito de vías de buses**”.

La operación troncal y alimentadora también ofrece un buen funcionamiento como parte del sistema de tránsito de vías para buses. En este sistema, los buses alimentadores recogen a los pasajeros y los llevan al terminal de transferencia, en donde realizan la transferencia a buses troncales. En el área metropolitana de Lima, las vías de buses se han construido como medidas de administración de tránsito sin modificaciones substanciales a las operaciones de buses. Las vías de buses deben ser introducidas en conjunto con medidas operacionales especiales para formar un sistema de tránsito masivo.

La Figura 14.1-1 muestra el esquema de un sistema troncal de buses propuesto en el estudio del plan maestro. Como se puede observar, los buses convencionales y alimentadores operan en una ruta de buses. El servicio del bus convencional opera en el sistema (ruta) actual, pero las rutas de buses desviadas a vías troncales de buses serán suprimidas por grado de competencia con la ruta troncal de buses. Los buses convencionales operarán fuera de las vías segregadas de buses.

El sistema operativo de buses troncales se divide en dos: las empresas de buses troncales y las empresas actuales convencionales de buses. La empresa de buses troncales operará los buses troncales y alimentadores sin una tarifa adicional cuando los pasajeros se transfieran a un bus; el caso contrario se aplica a los buses convencionales.

El bus troncal opera en la vía de buses, que puede estar parcial o totalmente segregada de otros vehículos por aceras o cercos, para asegurar las condiciones de operación, tal como velocidad, puntualidad y seguridad. Al mismo tiempo, se construyen terminales de buses y paraderos para asegurar una operación de buses continua. La flota en operación introduce un gran bus articulado con capacidad para 150 pasajeros que ofrece menores costos operativos y una mayor confianza en el servicio. También se recomienda una organización de operación de buses.

El estudio abarca lo siguiente.

- 1) Tipo de servicios de bus: se operan buses troncales, buses convencionales y buses alimentadores
- 2) Sistema de operación: sistema de operación de buses integrados y sistema de tarifas
- 3) Instalación de vías de buses: incluyendo vías troncales de buses, carriles segregados para buses y carriles prioritarios para buses, relacionados con la frecuencia del servicio.
- 4) Introducción de una gran flota de buses: buses articulados, buses convencionales y buses pequeños
- 5) Construcción de instalaciones de buses: paraderos y terminales
- 6) Reorganización de la operación de buses troncales: incluyendo la administración de la empresa

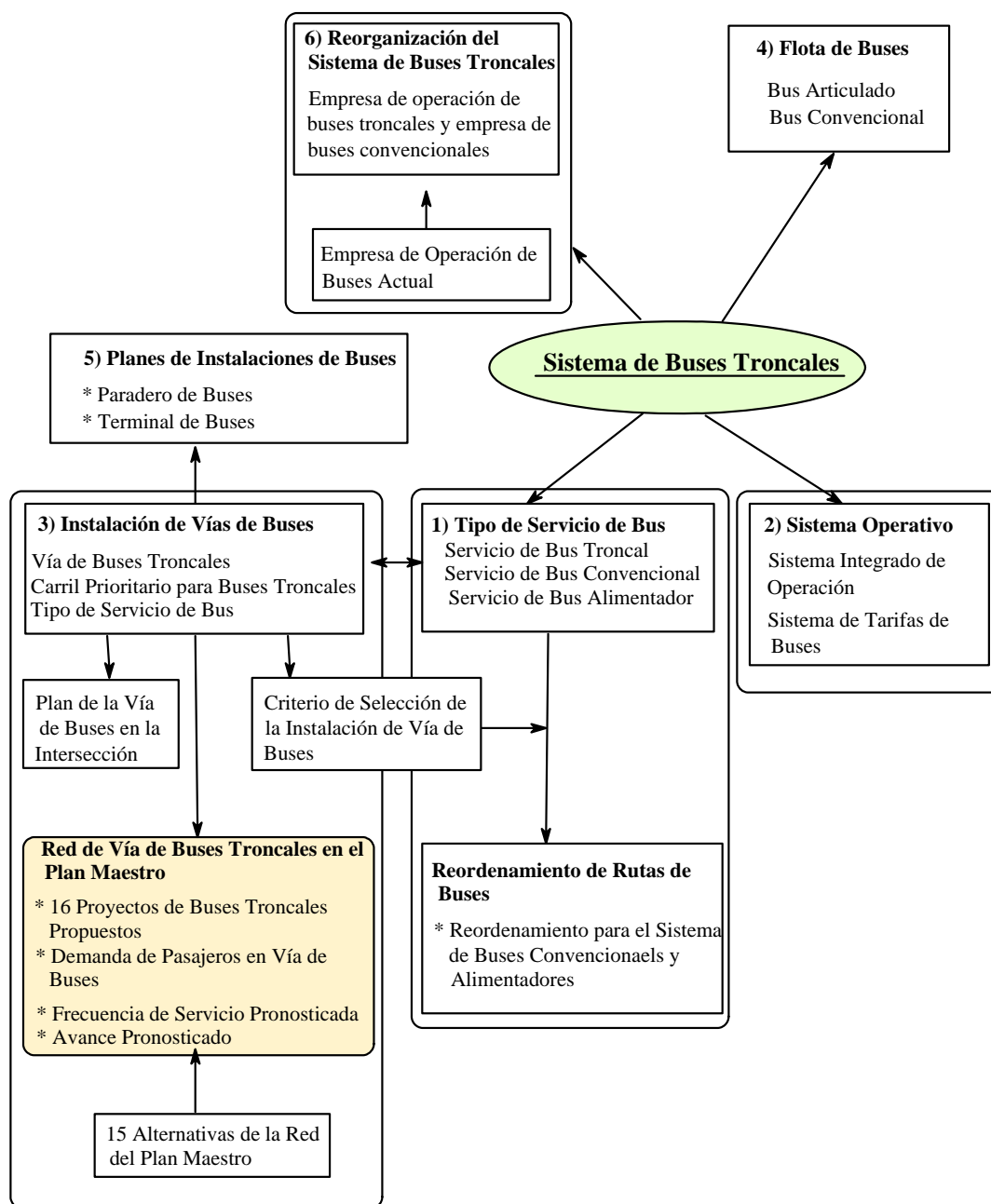


Figura 14.1-1 Esquema del Sistema Troncal de Buses

## 14.2. CONSIDERACIÓN AMBIENTAL

El sistema troncal de buses utiliza el espacio disponible en las vías troncales existentes. Como no se requiere la expansión del espacio vial, el sistema propuesto no ocasionará daños adicionales a la situación actual del ambiente circundante. La vía troncal de buses se ha planeado en las principales vías del área metropolitana de Lima y sus vías pasan por las áreas de alta densidad poblacional. Por lo tanto, desde un punto de vista ambiental, la construcción de la vía de buses debe minimizar la reubicación de las poblaciones al borde de los caminos.

En el estudio, se propone la red de vías troncales de buses considerando los aspectos ambientales. Cuando se proponga la vía de buses segregada en la vía que requiera una extensión, debido al ancho angosto de la vía, el plan de vías de buses será modificado por el plan de carriles prioritarios para buses para evitar la reubicación de las poblaciones al borde de las vías.

En Lima, actualmente, la antigüedad promedio de los Ómnibus, Microbús y Camionetas Rurales son aproximadamente 20, 18 y 15 años, respectivamente. Los Ómnibus, con más de 15 años de antigüedad conforman 78% del total. Los Microbús y Camionetas Rurales alcanzan el 68% y 53%, respectivamente. Por lo tanto, los buses antiguos están cercanos a convertirse en chatarra debido a que su mantenimiento es demasiado costoso. Como resultado de esta situación, las condiciones ambientales empeoran. Específicamente, la contaminación del aire y el ruido es severa.

Además, existen muchos buses pequeños, Camionetas Rurales, que operan en las vías. Esos microbuses aumentan en número año tras año. El número máximo de buses en las vías es aproximadamente 1,600 vehículos/hora/dirección en la hora pico de la mañana. Aproximadamente 50% del promedio total son Camionetas Rurales. Esto causa una gran congestión del tránsito.

Debido a que una gran flota de buses opera en el sistema de buses troncales, el número de buses en operación se reducirá y los buses antiguos serán remplazados por nuevos y más grandes. Por lo tanto, se aliviará la congestión del tránsito y también se reducirá la emisión de gases debido a la introducción del sistema troncal de buses.

## 14.3. TIPO DE SERVICIO DE BUSES

### (1) Planeamiento Conceptual para el Sistema Troncal de Buses

Por medio del proceso de analizar el sistema actual de transporte de buses y para buscar soluciones a los problemas actuales en cuanto al marco de la política y estrategia básica de planificación declarada, el Estudio del Plan Maestro propone el nuevo plan de transporte de buses generalmente llamado el sistema troncal de buses. El sistema troncal de buses está compuesto de una infraestructura de vías y medidas operacionales especiales, como se muestra a continuación:

$$\boxed{\text{Trunk Bus System}} = \boxed{\text{Busway Infraestructure}} + \boxed{\text{Special Operational Measures}}$$

#### 1) Infraestructura de Vías de Buses

- a) Segregación parcial o total de otros vehículos por medio de “pintura y señales”, cercos o aceras.
- b) Islas de paraderos de buses / paraderos de buses fuera de las vías.
- c) Terminales

---

## 2) **Medidas Operacionales Especiales**

- d) Facilidades de sobrepasar de los buses en los paraderos
- e) Operaciones troncales y alimentadoras
- f) Buses de alta capacidad
- g) Venta de pasajes fuera de los buses
- h) Señales prioritarias para buses en las intersecciones.

La capacidad de transporte de pasajeros en línea en las vías troncales de buses puede ser aumentada por medio del uso de unidades de alta capacidad, incluyendo buses articulados o de dos pisos. Sin embargo, la capacidad de transferencia de pasajeros en los paraderos a menudo es la restricción del funcionamiento del sistema, y la configuración de la puerta y los arreglos de boletaje tienden a ser más importantes que la capacidad del bus en sí.

Las principales ventajas de un sistema de vías de buses son:

- a) Flexibilidad
- b) Precio cómodo
- c) Autorregulado
- d) Potencial para desarrollo incremental
- e) Experiencia existente

Las vías de buses se pueden introducir a lo largo de las vías existentes, y se pueden extender por la mitad de la vía (vía de buses central) o cerca de la acera (vía de buses lateral).

### **(2) Sistema Troncal de Buses**

Cuando se inserta una vía de buses en una sección vial existente, se presentan problemas complicados con relación a la distribución del espacio vial entre los buses y los usuarios de vehículos privados. Las capacidades de estas vías son reducidas debido a la construcción de las vías de buses y la congestión del tránsito será más severa después de la construcción, mientras que se mejoran las condiciones de viaje de los pasajeros de buses.

La Figura 14.3-1 ilustra el punto de quiebre entre el flujo de tránsito y el flujo de buses: el cuadro indica que este punto de quiebre puede ser clasificado en cuatro categorías básicas. Las áreas urbanas en Lima y Callao están en el Caso 4: es donde la prioridad de buses tiene mayor necesidad, pero otros usuarios de las vías deben aceptar las condiciones severas del tránsito causadas por la distribución del espacio vial para los buses.

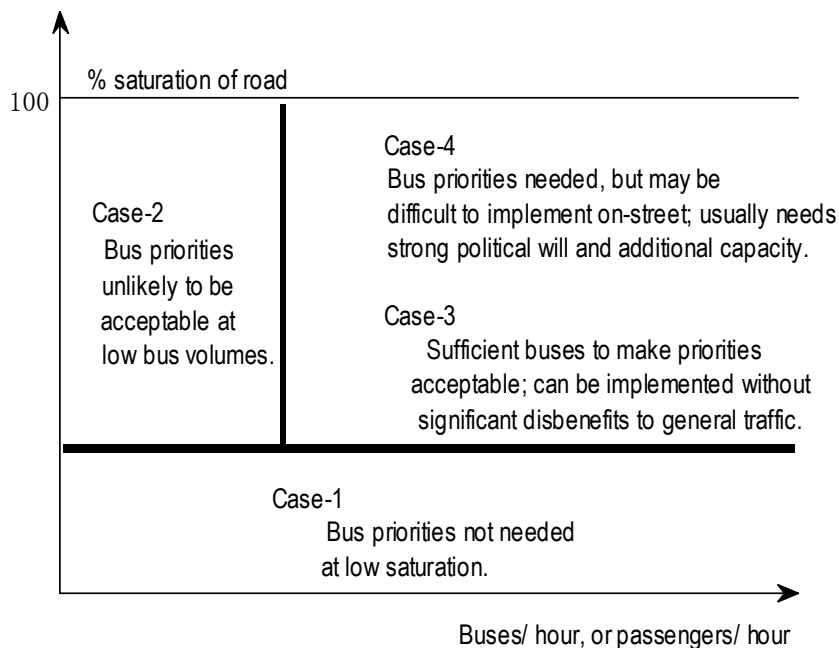


Figura 14.3-1 Factibilidad y Garantías de la Vía de Buses

En el estudio, la vía troncal de buses se ha planeado para las principales vías en el área metropolitana de Lima y sus vías pasan por las áreas de alta densidad poblacional. Por lo tanto, la construcción de la vía de buses debe minimizar la reubicación de los habitantes al borde de las vías desde un punto de vista ambiental. Como la vía troncal de buses utiliza el espacio disponible de las vías troncales actuales, la capacidad vial de los vehículos privados no será reducida debido a la construcción de la vía de buses.

El tipo de servicio de buses en el sistema de buses tronco-alimentadores consistirá en buses troncales, buses convencionales y buses alimentadores, que operan en la vía de buses o en el carril prioritario. El esquema de los servicios de buses se presenta en la siguiente sección.

### 1) Servicio Troncal de Buses

El servicio troncal de buses opera con una mayor velocidad de operación en la vía de buses, que puede estar parcial o totalmente segregada de otros vehículos, por medio de aceras y cercos para asegurar las condiciones de operación como velocidad, puntualidad y seguridad. El sistema troncal de buses tiene un mayor volumen de flujo de pasajeros. En general, los flujos de pasajeros medidos en las horas pico varían entre 20,000 y 25,000 pasajeros/hora/ dirección en el sistema troncal de buses.

En muchos casos, la restricción de la capacidad del sistema serán los paraderos. Depende del número de puestos para buses disponibles, facilidades para que los buses se sobrepasen entre sí, etc. Los paraderos de buses tienen una separación de 0.8km ó 1km para asegurar una velocidad de operación y una capacidad de carga de línea. Las intersecciones influyen sobre el flujo en las vías de buses a nivel y por consiguiente afectan la capacidad y velocidad de la operación de los buses. Una intersección particularmente congestionada puede ser el cuello de botella de la vía de buses. La capacidad de las intersecciones y los paraderos pueden influenciar los flujos de buses. En la mayoría de los casos, como la capacidad de la intersección será mayor a la del paradero de buses más crítico, se debe considerar una intersección a desnivel en las principales intersecciones en la vía troncal de buses.

Para mejorar mediante el uso de buses de alta capacidad, sean buses articulados o de dos pisos, se introduce un gran bus articulado con capacidad para 150 pasajeros, ofreciendo

bajos costos operativos y una mayor confiabilidad en el servicio, para reducir el número de la flota de buses en operación y por lo tanto aliviar la congestión del tránsito. Específicamente, el bus nuevo es del tipo articulado que ya se encuentra en funcionamiento en Sao Paulo, Curitiba y en otros lugares y con el que también contó Lima hace algunos años.

## **2) Servicio Alimentador de Buses**

La función de los buses alimentadores es complementar el servicio de buses troncales. Los buses alimentadores sirven a las áreas en donde los buses troncales no pueden operar. El sistema alimentador de buses opera en un área alrededor del terminal de buses troncales para llevar a los pasajeros hacia y desde el terminal. Su área de servicio está limitada a un entorno relativamente pequeño en los suburbios, con rutas relativamente cortas y un pequeño número de pasajeros por bus. Como los buses alimentadores funcionan en calles angostas, la flota está compuesta por buses más pequeños con capacidad para 15-30 pasajeros, como un Microbús o una Camioneta Rural.

El bus alimentador puede competir con el moto-taxi en el área de operación. Es necesario identificar cada función del transporte público al introducir el bus alimentador. En las áreas residenciales de bajos ingresos la red de rutas de buses tiene varios problemas. La población de ingresos extremadamente bajos (2.3% de la población total en 2002, de acuerdo a datos estadísticos del INEI) vive en las faldas de los cerros lejos de las principales vías. Como los buses actualmente no operan directamente en estas áreas de bajos ingresos, los residentes deben utilizar moto-taxis para llegar a sus viviendas después de bajar de los buses.

Por lo tanto, en el estudio, la red de rutas alimentadoras de buses se ha propuesto para las poblaciones de bajos ingresos (extremos). Al principio de la introducción del sistema troncal-alimentador de buses, el bus alimentador competirá con el moto-taxi en la misma área. El bus alimentador tendrá una ventaja gradual sobre el moto-taxi en conjunto con el tiempo. Y en las áreas en donde el bus alimentador no puede operar debido a las características geográficas, el servicio de moto-taxis continuará en el futuro.

## **3) Servicio Convencional de Buses**

El servicio convencional de buses opera líneas de buses aparte de las líneas de troncales y alimentadoras. El sistema actual de operación, incluyendo líneas de buses, frecuencia de servicio, empresas y demás, se mantiene sin cambios. La flota está compuesta por buses convencionales con capacidad para 80 pasajeros.

El sistema convencional de buses opera en el mismo sistema (ruta) actual, pero las rutas de buses que son desviadas a las vías troncales de buses serán suprimidas por grado de competencia con la ruta troncal de buses. Los buses convencionales operarán en las vías fuera de la vía segregada de buses.

### **(3) Reorganización de la Ruta Convencional de Buses**

Cuando se construyen las vías troncales de buses en las principales vías, las rutas convencionales asignadas a esas vías deben ser reorganizadas eliminando a aquellas que se superponen con las líneas troncales de buses, además de rutas con poca demanda. El bus convencional opera en las rutas convencionales de buses que han sido eliminadas e integradas.

La reorganización de las rutas se implementará de acuerdo con el progreso de la red troncal. La integración de las rutas convencionales de buses le da prioridad a lo siguiente:

- a) Rutas de buses sobrepuestas con las mismas líneas troncales de buses
- b) Rutas de buses con pequeña demanda cuando opere el bus troncal

- c) Rutas de buses largas y de muchas curvas en las cuales es posible desviar a los pasajeros de los buses a rutas troncales

#### **14.4. SISTEMA DE OPERACIÓN DE BUSES**

##### **(1) Sistema Integrado de Operación de Buses**

El estudio del Plan Maestro propone nuevos terminales para la operación de buses troncales. El terminal brinda transferencias integradas entre las líneas troncales y alimentadoras. En este estudio, las líneas convencionales de buses no estarán integradas con el sistema troncal. Asimismo, los terminales de buses estarán estructurados para segregar los servicios integrados troncales y alimentadores de buses de las líneas convencionales y otros medios de transporte privados. Los pasajeros de las líneas convencionales pueden realizar transferencias a las líneas de buses troncales en los paraderos pero tienen que volver a pagar la tarifa. Los pasajeros de una línea de buses troncal no tienen que pagar la tarifa cuando se transfieran a otra línea de buses troncal en los paraderos.

Como los buses actuales no operan directamente en estas áreas de bajos ingresos (Estrato E), los residentes del área deben utilizar moto-taxis para llegar a sus viviendas después de desembarcar de un bus. Además, necesitan pagar una tarifa adicional al moto-taxi.

En este estudio, como el servicio de buses alimentadores es indispensable para la población de bajos ingresos (extremos) sin pagar una tarifa adicional de transporte cuando realicen la transferencia, es necesario planear una ruta alimentadora de buses en las áreas de bajos ingresos (extremos) e introducir el sistema de operación integrado para realizar transferencias a otros buses sin pagar una tarifa adicional.

##### **(2) Sistema de Tarifas de Buses**

###### **1) Sistema de Tarifas Típico**

Actualmente, la empresa de buses puede decidir su tarifa de acuerdo a ley. Sin embargo, la tarifa depende en la distancia de viaje, i.e., la tarifa entre el Centro y un suburbio de Lima varía entre S/.1.50 y S/.1.80, equivalente a una distancia de viaje de 15km. La tarifa actual varía de acuerdo a las condiciones de viaje, como la hora pico de la mañana y la distancia de viaje. Aproximadamente el 70% del total tienen una tarifa menor a S/.2.00. Casi todos los pasajeros pagan entre S/.1.00 y S/.1.90. De acuerdo a la encuesta, aproximadamente 70% de los pasajeros están satisfechos con la tarifa actual. Las compañías de buses controlan muy de cerca el manejo de ingresos y gastos en un medio muy competitivo.

Sin embargo, el sistema actual de tarifas no está sistematizado y depende de las condiciones de viaje. Por lo tanto, cuando se introduzca el sistema troncal de buses, el sistema de tarifas debe ser mejorado.

Se han considerado dos tipos de sistemas de tarifas en el sistema troncal de buses, como se demuestra a continuación:

- a) Un sistema de tarifa plana, que es la misma tarifa sin importar la distancia de viaje.
- b) Un sistema de tarifa zonal, en el cual la tarifa aumenta de acuerdo a la distancia de viaje.

En el Estudio, los casos alternativos se fijarán en el sistema de tarifa plana porque el sistema de tarifas zonales es difícil de aplicar, especialmente la venta de boletos, el cobro de tarifas y la validación de boletos. Es difícil verificar el boleto bajo el sistema de tarifas zonales sin el equipo de cobro de tarifas.



## 2) Casos Alternativos

Se consideran los siguientes dos casos alternativos:

- a) Alternativa-A: un sistema de tarifa plana con una tarifa adicional en cada punto de transferencia
- b) Alternativa-B: un sistema de tarifa plana sin el pago de una tarifa adicional al realizar transferencias

La alternativa-B permite realizar transferencias sin el pago de una tarifa adicional cuando los pasajeros se transfieren de / hacia los buses alimentadores o troncales en los terminales o paraderos. Sin embargo, es difícil verificar qué pasajeros han realizado transferencias y quienes no, sólo por medio de la validación de boletos. Si este sistema se introduce, algunas estructuras segregadas, como las estaciones ferroviarias, tendrán que validar a los pasajeros.

En el estudio del Plan Maestro, se propone la alternativa-B en el sistema troncal de buses bajo el sistema integrado de operación mencionado anteriormente.

## 3) Sistema Integrado para el Boleto Inteligente

Para poder obtener un alto rendimiento en el sistema troncal y alimentador de buses, es necesario contar con un sistema de boletaje eficiente. Los tiempos de embarque por pasajero en un sistema de cobro de tarifas, en el cual la entrada a un bus no está obstruida por el cobro de tarifas o la validación de boletos, son menores a los del sistema actual en el cual el ingreso es restringido.

Existe el sistema de boletaje fuera del bus como un sistema de boletaje inteligente. Ofrece la posibilidad de reducir el tiempo de servicio de los pasajeros y, por lo tanto, reducir el tiempo parado del bus y aumentar la velocidad comercial. Este sistema no será efectivo sólo en algunas vías de buses. El sistema integrado a ser aplicado en toda la ciudad aumentará el rendimiento del sistema troncal y alimentador de buses, si no se toma en cuenta el costo.

El sistema integrado propuesto se considera de la siguiente manera:

- a) Bus troncal – bus troncal: sistema integrado aplicado
- b) Bus troncal – bus alimentador: sistema integrado aplicado
- c) Buses troncales y buses alimentadores – bus convencional: ningún sistema integrado aplicado
- d) Buses troncales y buses alimentadores – vía férrea: ningún sistema integrado aplicado

## 14.5. FLOTA DE BUSES

En Lima, el transporte de buses es el medio principal de transporte público y la demanda del transporte público es grande, especialmente durante las horas pico. Cuando se introduzca el sistema troncal de buses en el área metropolitana de Lima, los grandes buses en las vías troncales ofrecerán menores costos de operación y una mayor confiabilidad en el servicio.

Las ventajas generales de los buses grandes son las siguientes:

- 1) Los costos operativos por unidad de capacidad ofrecida disminuyen al aumentar el tamaño de la flota de buses.
- 2) La capacidad de la línea aumenta casi linealmente con el tamaño de los buses. Con buses más grandes, la congestión en las calles disminuye y la confiabilidad en el servicio aumenta.

- 3) La maniobrabilidad de los vehículos disminuye con el tamaño de los buses.
- 4) La comodidad al viajar aumenta con el tamaño de los buses de un solo cuerpo, pero es menor con los buses articulados y de dos pisos.

La capacidad de los buses propuesta en el sistema troncal de buses se muestra a continuación: Buses de un solo cuerpo con capacidad para 80-100 pasajeros son utilizados para el carril prioritario de buses troncales. Buses articulados con dos cuerpos y con capacidad para 150 pasajeros son utilizados para la vía de buses troncales. La capacidad de pasajeros de los buses troncales son casi 2 – 5 veces mayores, en comparación con las capacidades actuales de los Ómnibus y Microbús.

- 1) Bus troncal: 150 - 200 pasajeros / unidad para el bus articulado  
80 -100 pasajeros / unidad para un cuerpo
- 2) Bus alimentador: 20 – 30 pasajeros / unidad
- 3) Bus convencional: 80 –100 pasajeros / unidad

A continuación se detallan las principales especificaciones:

- 1) Cuatro puertas, o dos por cuerpo, están disponibles para los pasajeros que se embarcan y desembarcan.
- 2) Las puertas están ubicadas al lado izquierdo de los cuerpos debido a los paraderos tipo isla en las vías troncales de buses.
- 3) Con respecto a la operación del carril prioritario para buses, las puertas están ubicadas al lado derecho debido a que los buses de un solo cuerpo o articulados transitan por el carril derecho, junto a la vereda.

## 14.6. INSTALACIONES DE VÍAS DE BUSES

### 14.6.1. VÍA TRONCAL DE BUSES

Las instalaciones de vías troncales de buses para el sistema troncal de buses en el estudio están compuestas por tres tipos de vías de buses.

- 1) Vía de Buses: instalación de buses, que está parcial o completamente segregada de otros vehículos por medio de aceras o cercos.
- 2) Vía Exclusiva de Buses: carril vial, reservado exclusivamente para el uso de buses por medio de señales o separadores.
- 3) Carril Prioritario de Buses: carril vial, esencialmente reservado para el uso de buses por medio de letreros y señales en las horas pico de la mañana y la tarde.

#### (1) Vía Troncal de Buses

La vía troncal de buses es introducida, principalmente, a las siguientes vías existentes: (i) los segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros de buses es muy alta (10,000 o más pasajeros por hora), (ii) las vías troncales existentes que tienen un derecho de paso lo suficientemente ancho para construir la doble vía troncal de buses (alrededor de 10m de ancho) / doble vía sin adquisición adicional de tierras, y (iii) las vías troncales en ambos sentidos que tienen seis o más carriles. La vía troncal de buses es segregada por algunas estructuras de concreto del carril del tráfico directo para poder asegurar que el servicio regular de buses troncales cumpla con los requerimientos de horario y de seguridad del tránsito. En la vía de buses no pueden circular peatones, bicicletas, taxis y otros vehículos motorizados a lo largo del día. Las vías troncales de buses que se introduzcan tendrán de dos a tres carriles en ambos lados de la vía para el tránsito motorizado regular.

**(2) Carril Exclusivo para Buses Troncales**

El carril exclusivo de buses troncales es introducido, principalmente, a las siguientes vías existentes: (i) aquellos segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros es relativamente alta (de 8,000 a menos de 10,000 pasajeros por hora), (ii) las vías troncales existentes o planificadas que tienen el derecho de paso suficientemente ancho para construir dos carriles para buses troncales (alrededor de 7m de ancho adicional) / doble vía sin adquisición adicional de tierras, y (iii) las vías troncales en ambos sentidos que tienen seis o más carriles. La vía exclusiva para buses troncales se introduce en ambos lados del medio en las vías dobles con seis o más carriles. El carril es segregado por algunas marcas en los carriles, como delineantes del carril de tráfico directo. El carril exclusivo de buses troncales está cerrado a peatones, bicicletas, taxis y otros vehículos motorizados. Se proveen dos o más carriles de una vía en ambos lados de los carriles de buses para el tráfico directo de taxis y otros vehículos motorizados.

**(3) Carril Prioritario para Buses Troncales**

El carril prioritario para buses troncales es introducido, principalmente, en las siguientes vías: (i) los segmentos de rutas en donde la demanda de los pasajeros es bastante alta (de 8,000 a menos de 10,000 pasajeros por hora), (ii) las vías troncales de dos sentidos que tienen cuatro o más carriles, (iii) las vías en donde la carga del tránsito es suficientemente grande como para reducir la velocidad de operación de los buses, y (iv) las vías en donde no hay posibilidad de extensión. El carril prioritario para buses troncales es introducido junto a la vereda del lado derecho. El carril no está segregado por ninguna estructura, pero sí está pavimentado con un color distinto para llamar la atención.

**(4) Jerarquía de la Vía Troncal de Buses**

La Tabla 14.6-1 muestra la jerarquía de las tres vías de buses y carriles en términos de sus respectivos elementos planeados y los requerimientos de la flota de buses.

Tabla 14.6-1 Jerarquía de la Vía Troncal de Buses

Sistema de Buses	Medio de Segregación	Horas Efectivas	Tipo de Tránsito	Vías para Introducción			Flota de Buses		Pauta para el Tránsito de Pasajeros de Buses (personas/horas)
				No. de Carriles	Derecho de Paso (m)	Clasificación de la Vía	Tipo de Bus	Capacidad del Bus (personas)	
Vía Troncal de Buses	Totalmente segregada (división)	Todo el día	Buses	Seis o más carriles	35.0m o más	Troncales principales	Articulado	150	10,000 o más
Carril Exclusivo para Buses Troncales	Parcialmente segregada (marcas delineantes en los carriles)	Todo el día o horas pico	Buses	Seis o más carriles	30.0m o más	Troncales principales	Articulado	150	10,000 o más
Carril Prioritario para Buses Troncales	Parcialmente segregada (pavimento de color)	Todo el día o horas pico	Buses, carros privados & taxis	Cuatro o más carriles	25.0m o más	Troncales secundarias	Articulado Cuerpo simple	150 80	Menor a 10,000
Vía Convencional de Buses	Sin segregación (igual al actual)	Todo el día (igual al actual)	Todos los vehículos motorizados	*****	*****	*****	Convencional	80	*****
Vía Alimentador de Buses	Sin segregación (igual al actual)	Todo el día (igual al actual)	Todos los vehículos motorizados	*****	*****	*****	Convencional pequeño	30	*****

**14.6.2. DISTANCIA ENTRE PARADEROS DE BUSES**

Las principales determinaciones físicas de la velocidad comercial promedio de los buses parecen ser las distancias entre paraderos de buses e intersecciones. La capacidad de los

paraderos de buses es un determinante importante de funcionamiento general del sistema de buses. La distancia entre los paraderos también afecta el funcionamiento. Cuanto más grande es la distancia entre paraderos, tanto más alta la velocidad comercial.

El servicio de buses troncales emplea una distancia promedio de 0.8- 1.0 km.

Con respecto al Sistema Clave de Buses en Nagoya, Japón, el espacio promedio para los buses expresos es de aproximadamente 700m y 400m para el bus clave.

### **14.6.3. RED TRONCAL DE BUSES**

#### **(1) Red Troncal de Buses (17 Proyectos de Buses)**

La red troncal de vías de buses en el Plan Maestro se ha formulado de acuerdo con la política de planeamiento y la jerarquía de las tres vías de buses mencionadas anteriormente, por medio del análisis de los planes alternativos de la red de transporte. Se han escogido diecisiete (17) proyectos de vías troncales de buses por los motivos mencionados anteriormente, como el uso frecuente de varias líneas de buses y el gran tránsito de pasajeros de buses en 2004 y 2025.

La Tabla 14.6-2 muestra la relación de los proyectos de vías de buses seleccionados. La selección de las vías de buses, los carriles exclusivos de buses troncales y los carriles prioritarios de buses troncales se hará en la próxima etapa, a través de un estudio de factibilidad. La Figura 14.6-1 muestra la red troncal de vías de buses propuesta. El esquema de los proyectos de vías de buses, como la ubicación de la vía de buses, una intersección típica, los trabajos de construcción y los costos estimados se muestra en la sección 14.4.9.

Tabla 14.6-2 Relación de Proyectos de la Red Troncal de Vías de Buses

	Nombre del Proyecto	Longitud	(km)
		Sección	
1	Vía Troncal de Buses Av. Nestor Gambeta	Av. Argentina – Pan. Norte (22.55 km)	22.55
2	Vía Troncal de Buses Av. Panamericana Norte	Caquetá – Ancon (23.90 km)	23.9
3	Vía Troncal de Buses Av. Universitaria Norte	Metropolitana – Manuel Prado (7.27 km)	7.27
4	Vía Troncal de Buses Av. Canta Callao	Av. Elmer Faucett – Av. Panamericana Norte (9.13 km)	9.13
5	Vía Troncal de Buses Av. Universitaria	Av. La Marina – Panamericana Norte (12.66 km)	12.66
6	Vía Troncal de Buses Av. Tomas Valle	Av. Elmer Faucett – Av. Universitaria (2.84 km)	2.84
7	Vía Troncal de Buses Av. Elmer Faucett	Av. La Marina – Av. Nestor Gambeta (8.81 km)	8.81
8	Vía Troncal de Buses Av. Paseo de la República	Pan. Sur – Av. Universitaria Norte (29.02 km)	29.02
9	Vía Troncal de Buses Av. Próceres de la Independenci	Av. Grau – Bayovar (11.23 km)	11.23
10	Vía Troncal de Buses Av. Venezuela	Ovalo Saloon – Av. Alfonso Ugarte (9.05 km)	9.05
11	Vía Troncal de Buses Av. Brasil	Av. Del Ejército – Plaza Bolognesi (4.84 km)	4.84
12	Vía Troncal de Buses Av. Javier Prado	Av. Elmer Faucett – Av. Carretera Central (21.07 km)	21.07
13	Vía Troncal de Buses Av. Angamos	Av. La Marina- Av. Javier Prado (15.96 km)	15.96
14	Vía Troncal de Buses Av. Grau	Av. Paseo de la República – Av Nicolás Ayllón (2.27 km)	2.27
15	Vía Troncal de Buses Carretera Central	Av. Grau – Av. Haya de la Torre (8.36 km)	8.36
16	Vía Troncal de Buses Av. La Molina	Carretera Central (6.54 km)	6.54
17	Vía Troncal de Buses Av. Panamericana Sur	Puente del Ejército – Puente Villa/ Av. Huaylas (25.60 km)	25.60
	Total		221.1

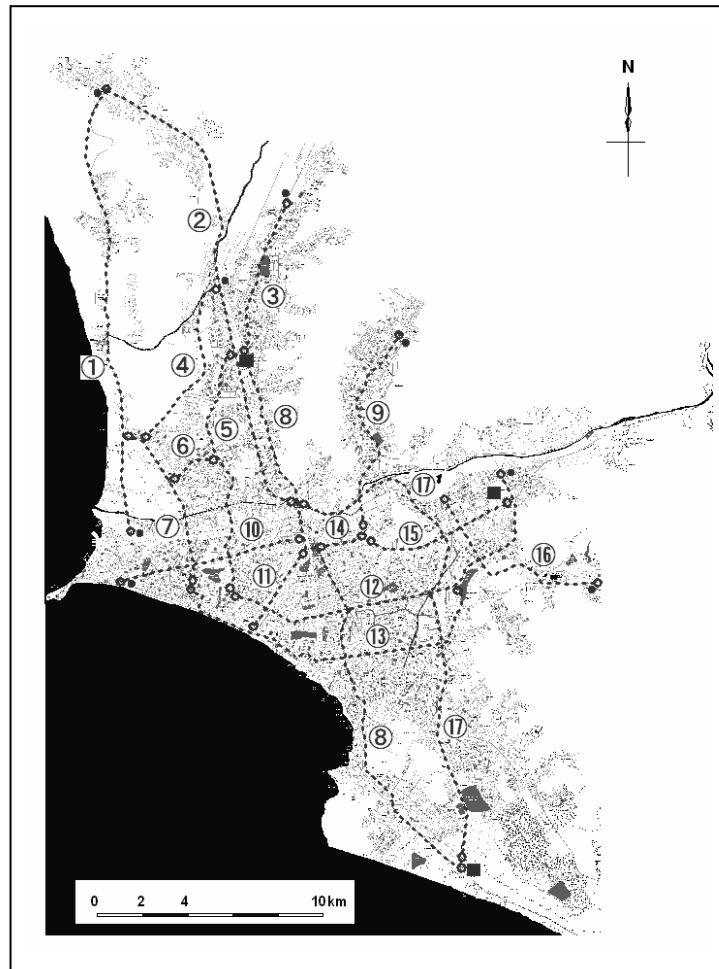


Figura 14.6-1 Red Troncal de Vías de Buses en el Plan Maestro

## (2) Típica Intersección de Vía de Buses

En el Estudio, el carril de buses está ubicado en el derecho de paso existente. Para un derecho de paso existente, el carril de buses generalmente se encuentra en el centro de la vía (medio), y a los lados (lateral), dependiendo del ancho de la vía. La vía de buses segregada está construida en aproximadamente 30km. La vía de buses en estas vías está ubicada en el centro de la vía (medio).

El grado de separación a desnivel entre los buses y otros vehículos puede tener una gran influencia en el funcionamiento. Las vías de buses propuestas segregan físicamente a los buses y otros vehículos a lo largo de la vía utilizando aceras o cercos, con excepción de algunas vías en donde la segregación es sólo en paraderos de bus de tipo isla.

En general, una vía segregada de buses disminuye la turbulencia en ambos flujos de tránsito de automóviles y buses y, por lo tanto, a menudo aumenta la velocidad no sólo de los buses, sino también del resto de tránsito en otros carriles. Sin embargo, una desventaja de las vías segregadas de buses es que tienden a desalentar el sobrepaso mutuo de buses de diferentes rutas. Normalmente, sobrepasar reduce las demoras. Sin embargo, como los grandes buses operan con boletaje fuera de bordo bajo el flujo menos turbulento por la vía de buses segregada, además de menos demoras por el plan de separación a desnivel en las principales intersecciones, la demora se mantendrá mínima.

Por lo tanto, se ha propuesto para el Estudio la vía de buses de 1 carril por dirección ubicada en el medio. En el caso de una capacidad insuficiente de la vía de buses en

consideración con la futura demanda de viaje, la propuesta será reemplazada con un ferrocarril, no con una vía de buses de 2 carriles por dirección.

### 1) *Vía Troncal de Buses*

La Figura 14.6-2 muestra la sección típica de una vía troncal de buses, ubicada al medio de la vía.

- 1) Las vías seleccionadas para la vía troncal de buses están ubicadas en medio de áreas densamente edificadas, con usos de suelo mixtos, con edificios de oficinas, tiendas y edificios residenciales. El tránsito entre las vías troncales y las vías locales para acceder a las áreas al costado de las vías es bastante pesado. Por lo tanto, la vía troncal de buses está ubicada al costado de la mediana para no obstruir este tránsito.
- 2) El carril externo junto a la vereda de la vía troncal es utilizada frecuentemente por taxis, pequeños camiones y otros vehículos para paradas cortas. Por lo tanto, la ubicación al costado de la mediana es efectiva para evitar posibles fricciones con estos vehículos y asegurar la seguridad del tránsito.
- 3) La vía troncal de buses junto a la mediana deja suficiente espacio a lo largo de la división de concreto para construir paraderos de buses sin la adquisición adicional de tierras, aunque esta no es la razón principal por la cual se escogió la ubicación.
- 4) Las velocidades de las operaciones de los buses en dichos carriles son mayores que en los carriles laterales. Sin embargo, se debe proveer islas peatonales en todos los paraderos para seguridad y conveniencia.

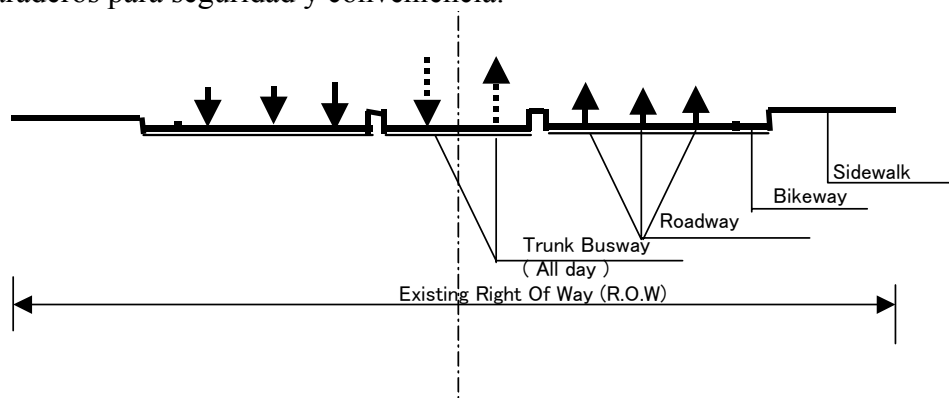


Figura 14.6-2 Ubicación de una Intersección Típica de una Vía Troncal de Buses

### 2) *Vía Troncal de Buses Exclusiva*

La vía exclusiva se encuentra en el medio de la vía, como se muestra en la Figura 14.6-3. Los motivos de la ubicación son iguales a los de la vía troncal de buses.

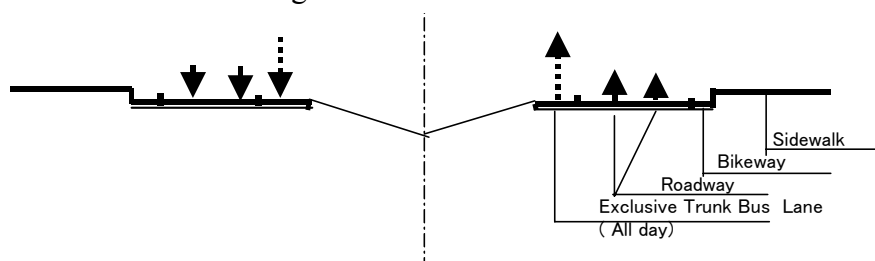


Figura 14.6-3 Ubicación de una Intersección Típica de una Vía Troncal Exclusiva de Buses

### 3) Carril Prioritario de Buses Troncales

Las vías seleccionadas para la introducción de carriles prioritarios de buses troncales pasan por áreas de gran congestión: uso de suelo mixto, tiendas y edificios residenciales, etc. Estas vías son demasiado angostas para introducir un nuevo carril exclusivo, ya que no hay espacio al costado de las vías que esté fácilmente disponible para expandir los derechos de paso. Además, el frecuente estacionamiento al costado de las vías reduce el ancho efectivo de la vía disponible para el tránsito motorizado. En parte considerando estas condiciones de las vías y el tránsito, y en parte con el objetivo de reducir el efecto obstructivo esperado en el tráfico directo, los carriles prioritarios de buses troncales utilizan el carril de la mano derecha al costado de la vereda, como se muestra en la Figura 14.6-4.

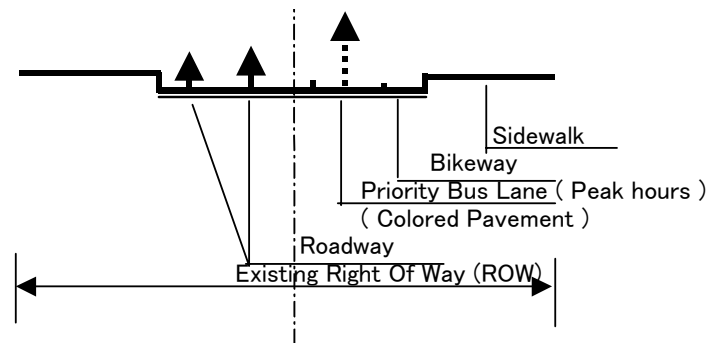


Figura 14.6-4 Ubicación de una Intersección Típica de un Carril Prioritario de Buses Troncales

#### 14.6.4. CAPACIDAD DE LA VÍA DE BUSES

##### (1) Capacidad de la Línea

*Capacidad de línea de vehículo o de línea de pasajero (C)* es el máximo número de buses o pasajeros que pueden ser transportados en una línea de bus (ruta) pasando por un punto fijo durante una hora.

*Capacidad de línea programada  $C_0$*  es el número de pasajeros que son transportados pasando por un punto fijo en un horario de operación establecido. Es evidente que,

$$C_0 \leq C$$

La Tabla 14.6-3 muestra las pautas para frecuencia y capacidad programada de línea de pasajero. La capacidad de la línea se computa como la capacidad del bus, multiplicada por la frecuencia, asumiendo que los buses operan con una separación de 1 minuto o menos.

El número de buses que pasan por un punto en una línea durante una hora es la *frecuencia de servicio  $f$* , que es lo inverso de la *separación de servicio  $h$* , el intervalo de tiempo promedio entre dos buses sucesivos:

$$f = \frac{3600}{h}$$



Tabla 14.6-3 Pautas de Capacidad de Pasajero Programada de Línea

Tipo de Bus	Capacidad del Bus (No. de pasajeros por unidad)	Separación (seg.)	No. de pasajeros transportados (No. de pasajeros por/hora/dir.)
Bus Troncal	150	45 - 60	9,000 - 12,000
Bus Convencional	80	45 - 60	5,000 - 6,000
Bus Alimentador	20	45 - 60	1,200 - 1,600

## (2) Criterio del Sistema de Vía Troncal de Buses

En el área metropolitana de Lima, el flujo máximo de pasajeros registrado por el Equipo de estudio fue de aproximadamente 38,000 pasajeros/hora/dir en la dirección entrante en Av. Túpac Amaru con un carril de tránsito mixto y 5 carriles/dir (3 carriles para el carril de tráfico directo y 2 carriles para la vía frontal) en el período entre 8:00 y 9:00 a.m. Estas cifras se estiman multiplicando el número de buses por el número promedio de pasajeros abordando en la hora correspondiente. El número de buses es aproximadamente de 1800, de los cuales 860 vehículos son Camionetas Rurales, 670 son Microbús, 120 son Ómnibus y 150 son Colectivos. Los flujos de pasajeros en la Av. Túpac Amaru están clasificados en el grupo más alto del mundo. Otros flujos máximos de pasajeros son aproximadamente 20,000-25,000 pasajeros/hora/dir en la dirección entrante en un carril de tránsito mixto, no en una vía segregada de buses.

En Bogotá, el flujo máximo de pasajeros registrado por el Equipo de estudio en 1998, antes de la implementación del Proyecto Transmilenio, fue de aproximadamente 30,000–33,000 pasajeros/hora/dir en la dirección entrante en Av. Caracas con una vía segregada de buses y 2 carriles/dir en el período entre 7:00 y 8:00 a.m.

Por lo tanto, la capacidad del flujo de las vías de buses podrá transportar un flujo de pasajeros de 25,000 p/h/d en una base consistente. La capacidad de línea programada en la vía de buses en el Estudio será de aproximadamente 25,000 p/h/d bajo un cronograma de operación establecido.

La Tabla 14.6-4 muestra la capacidad de la línea troncal por hora por diferentes frecuencias de servicio (tiempo de separación). Esta capacidad se calcula suponiendo que el número de frecuencias de operación de buses es el resultado del tiempo de separación y la capacidad de transporte. Esto muestra la relación entre el tiempo de separación del servicio y su capacidad de transporte. Cuando los buses articulados operan cada 30 segundos, la capacidad de transporte por hora por línea llega a 18,000 pasajeros. Cuando el tiempo de separación es 20 segundos, la capacidad por hora teóricamente aumenta a 27,000 pasajeros, pero esto es bastante difícil poner en la práctica, dado, *entre otros factores*, por el tiempo que se necesita para el embarque y desembarque de los pasajeros y el número de espacios disponibles en cada paradero de buses. En el caso que la demanda de los pasajeros en la vía troncal de buses aumente lo suficiente como para requerir un tiempo de separación menor a los 30 segundos, sería más apropiado introducir el bus articulado juntando a tres vehículos (capacidad de 200 o 240 pasajeros).

Tabla 14.6-4 Frecuencia de Servicio y Capacidad de Transporte de la Línea de Buses Troncales

Frecuencia de Servicios (Tiempo de Separación)	No. de Buses en operación (unidades/hora) (A)	Capacidad por Bus Articulado	Capacidad de Transporte por hora (personas/dirección/línea) (A x B)	Comentarios
20 segundos	180	150	27,000	Difícil en operación
30 segundos	120	150	18,000	
45 segundos	80	150	12,000	
60 segundos	60	150	9,000	
90 segundos	40	150	6,000	
120 segundos	30	150	4,500	

#### 14.6.5. DEMANDA DE BUSES TRONCALES

En el capítulo 12, en el análisis de la futura red de transporte, se escoge la alternativa-N como la red del Plan Maestro. La Tabla 14.6-5 muestra la demanda de los pasajeros en cada proyecto con las alternativas-M, N y L en el cual se muestran la demanda diaria de los pasajeros por dirección en un rango de pasajeros mínimo y máximo en cada proyecto, además del volumen de la hora pico asumiendo un ratio pico del 10%. Como se puede observar, los volúmenes de pasajeros en varios segmentos en las alternativas-L y M exceden una capacidad de línea de bus de 25,000 pax/hora/dir.

En la alternativa escogida, es necesario efectuar mayores estudios en base a la demanda de los pasajeros en la hora pico de la mañana. De acuerdo al análisis de la hora pico, los proyectos de la vía férrea y del bus troncal son los que finalmente deciden.

Tabla 14.6-5 Demanda de los Pasajeros en Cada Proyecto

Número del Proyecto	Nombre del Proyecto	(km)	Alternativa-M			Alternativa-N			Alternativa-L			Alt-M	Alt-N	Alt-L
			Demanda de Viajes (1000 pasajeros/dir/día)									Ratio Pico=0.1 (1000 pasajeros/dir/hora)		
No- 1	Av.Nestor Gambetta Trunk Busway	22.55	100	-	310	125	-	200	115	-	275	31	20	28
No- 2	Av.Panamericana Norte Trunk Busway	23.9	90	-	225	120	-	200	100	-	225	23	20	23
No- 3	Av.Universitaria Norte Trunk Busway	7.27	95	-	160	90	-	140	90	-	160	16	14	16
No- 4	Av.Canta Callao Trunk Busway	9.13	35	-	85	-	-	-	35	-	70	9	-	7
No- 5	Av.Universitaria Trunk Busway	12.66	110	-	150	50	-	-	80	-	125	15	-	13
No- 6	Av.Tomas Valle Trunk Busway	2.84	50	-	55	-	-	-	50	-	55	6	-	6
No- 7	Av.Elmer Faucett Trunk Busway	8.81	175	-	300	-	-	-	180	-	290	30	-	29
No- 8	Paseo de Republica Trunk Busway	29.02	175	-	200	165	-	195	80	-	275	20	20	28
No- 9	Procesos De La Independencia Trunk Busway	11.23	-	-	-	-	-	-	30	-	85	-	-	9
No- 10	Av.Venezuela Trunk Busway	9.05	80	-	120	35	-	95	45	-	155	12	10	16
No- 11	Av.Brasil Trunk Busway	4.84	80	-	110	50	-	100	85	-	120	11	10	12
No- 12	Av.Javier Prado Trunk Busway	21.07	105	-	155	-	-	-	120	-	160	16	-	16
No- 13	Av.Angamos Trunk Busway	15.96	180	-	250	100	-	220	145	-	250	25	22	25
No- 14	Av.Grau Trunk Busway	2.27	-	-	330	180	-	280	340	-	450	33	28	45
No- 15	Carretera Central Trunk Busway	8.36	50	-	175	20	-	155	100	-	220	18	16	22
No- 16	Av.La Molina Trunk Busway	6.54	15	-	140	15	-	105	15	-	130	14	11	13
No- 17	Av.Panamericana Sur	25.6	60	-	145	50	-	140	85	-	160	15	14	16
	Línea de Tren No.1-1	11.7	150	-	560	150	-	600				56	60	
	Línea de Tren No.1-2	13	235	-	475	240	-	475				48	48	
	Línea de Tren No.2	29	185	-	490	235	-	495				49	50	
	Línea de Tren No.3-1	16.2	-	-	-	300	-	330					33	
	Línea de Tren No.3-2	11.9	-	-	-	120	-	170					17	
	Línea de Tren No.4-1	14.5	-	-	-	140	-	265					27	
	Línea de Tren No.4-2	10.1	-	-	-	-	-	-						
	Longitud Total	327.5												

### 14.7. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

Como se propuso en la Sección 14.6.3, la red de vías troncales de buses se introduce al máximo nivel necesario para el sistema troncal de buses en el plan conceptual. La red de vías troncales de buses se propone en la vía expresa actual y en las principales vías troncales en el área de Lima y Callao. (Figura 14.7-1)

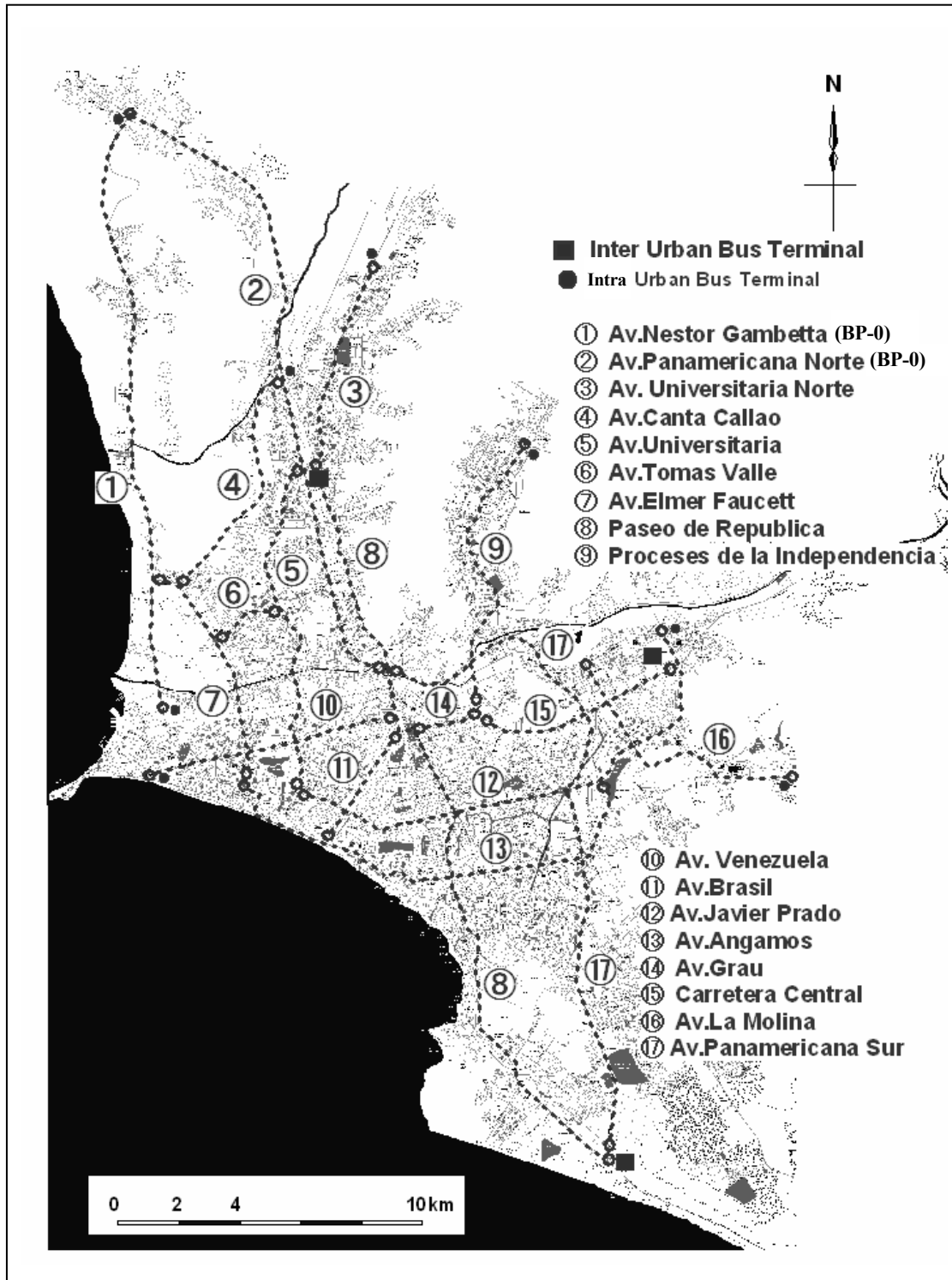


Figura 14.7-1 Red de Vías Troncales de Buses Propuesta

### (1) Suposición

La vía troncal de buses será construida en el espacio existente de las vías, debido a que la vía expresa y la vía troncal seleccionadas se encuentran ubicadas al centro del suelo utilizado para comercio, negocios y vivienda. En la vía seleccionada, la posibilidad de extender las vías es extremadamente limitada. La vía troncal de buses de dos carriles será construida utilizando la mediana existente.

#### 1) Lineamiento Horizontal

Como la vía troncal de buses se construye de las vías existentes, el diseño horizontal sigue los lineamientos respectivos de estas vías.

#### 2) Lineamiento Vertical

El diseño vertical sigue los lineamientos respectivos de la vía expresa y la vía troncal debido a que la vía troncal de buses es construida con sus respectivos lineamientos verticales. Las vías seleccionadas en Lima y Callao están construidas en terrenos planos con una pendiente longitudinal menor al 3.0%. Por lo tanto, las pendientes de la vía troncal de buses también son menores al 3.0%.

#### 3) Transversal

El derecho de paso de la Vía Expresa varía entre 80.0m y 100.0m, segregado por el centro. Como se muestra en la Figura 14.7-2, seis carriles de tránsito con cuatro carriles laterales.

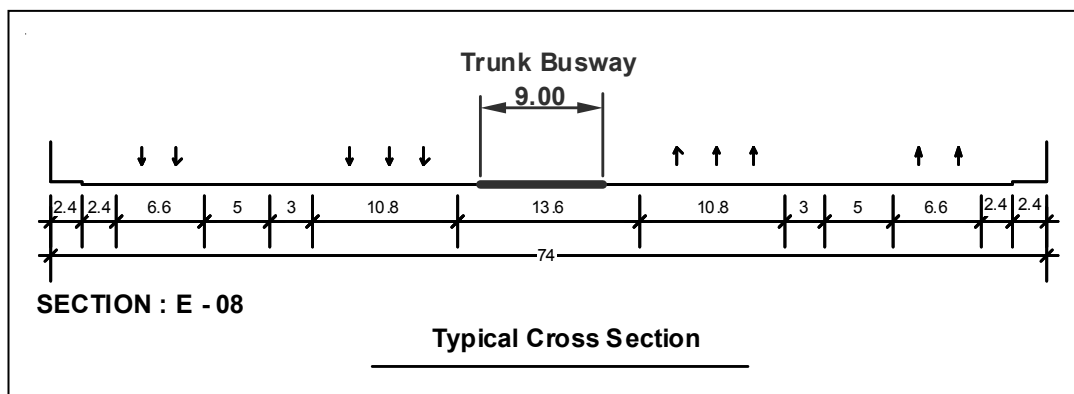


Figura 14.7-2 Sección Transversal Típica de la Vía Troncal de Buses en la Vía Expresa

Tabla 14.7-1 Antes y Después de la Construcción de la Vía de Buses

Elemento Transversal	Antes	Después	Comentarios
Ancho del Derecho de Paso (m)	80-100	80-100	Sin cambios
Ancho de la Vía Troncal de Buses (m)	0	9.0	Dos carriles de 3.5m cada uno con un hombro de 1.0m
Ancho del Medio (m)		1.0	Utilizado para ambos lados de la Vía Troncal de Buses
No. de Carriles de Tránsito	6	6	Sin cambios
Ancho de la Vía (m)	10.5	10.5	Sin cambios
No. de Carriles al lado Derecho	4	4	Sin cambios
Ancho de la Vía al lado Derecho (m)	7.2	7.2	Sin cambios (4 carriles de 3.6m cada uno)
Ancho de la Vereda al lado Derecho (m)	2.4	2.4	Sin cambios

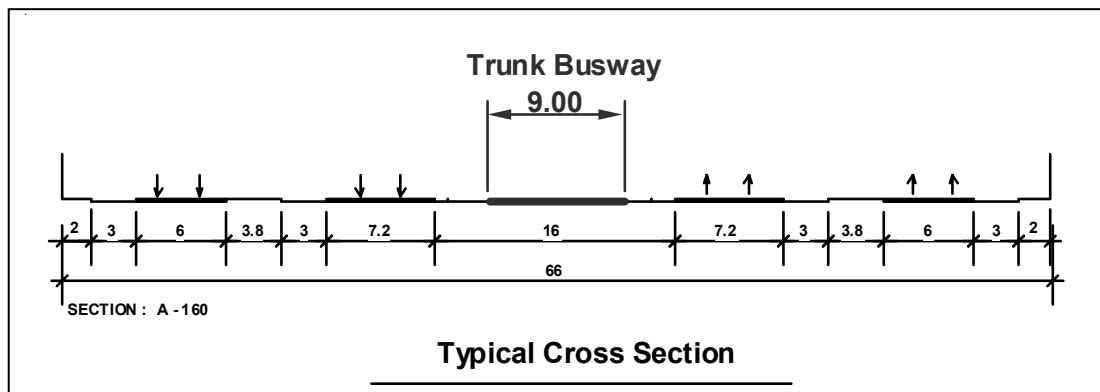


Figura 14.7-3 Sección Transversal Típica de la Vía Troncal de Buses en la Vía Troncal

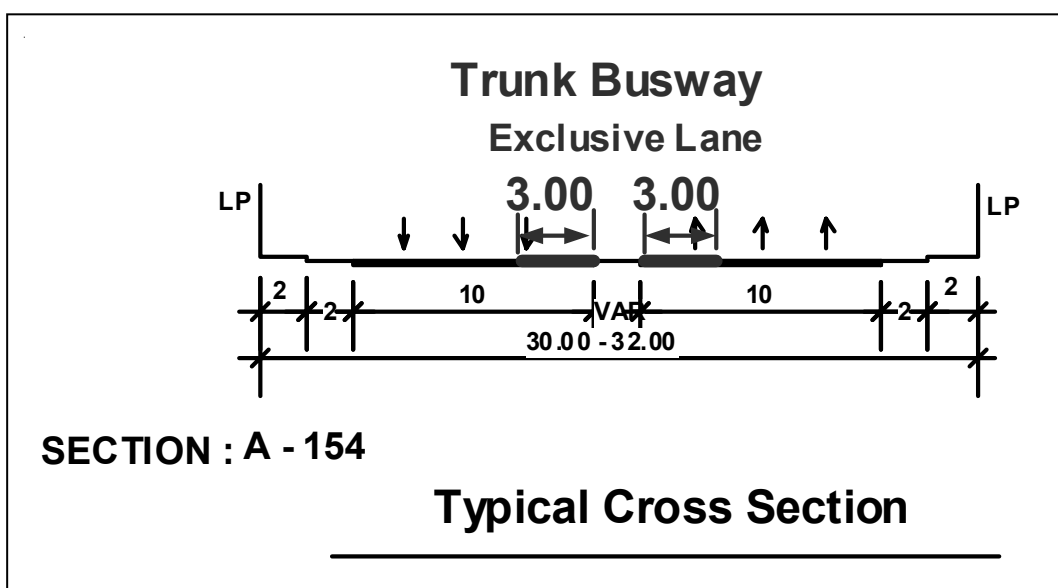


Figura 14.7-4 Sección Transversal Típica de la Vía Troncal de Buses en la Vía Troncal (Av. Universitaria)

Tabla 14.7-2 Antes y Después de la Construcción de la Vía de Buses en la Vía Troncal

Elemento Transversal	Antes	Después	Comentarios
Ancho del Derecho de Paso (m)	30-70	30-70	Sin cambios
Ancho de la Vía Troncal de Buses / Carril Exclusivo (m)	0	9.0 / 6.0	Dos carriles de 3.5m cada uno con un hombro de 1.0m / Cada Carril Exclusivo tiene 3.0m
Ancho del Medio (m)		1.0	Utilizado para ambos lados de la Vía Troncal de Buses
No. de Carriles de Tránsito	4 o 6	4	Utilizado para el Carril Exclusivo
Ancho de la Vía (m)	7.2 / 10	7.2 / 7.0	Utilizado para el Carril Exclusivo
No. de Carriles al lado Derecho	4 / 6	4 / 4	Sin cambios
Ancho de la Vía al lado Derecho (m)	7.2 / 0	7.2 / 0	Sin cambios (4 carriles de 3.6m cada uno)
Ancho de la Vereda al lado Derecho (m)	2.4	2.4	Sin cambios

De la Figura 14.7-5 a la Figura 14.7-21 muestran el esquema de la 17ª ruta propuesta para la Vía Troncal de Buses.

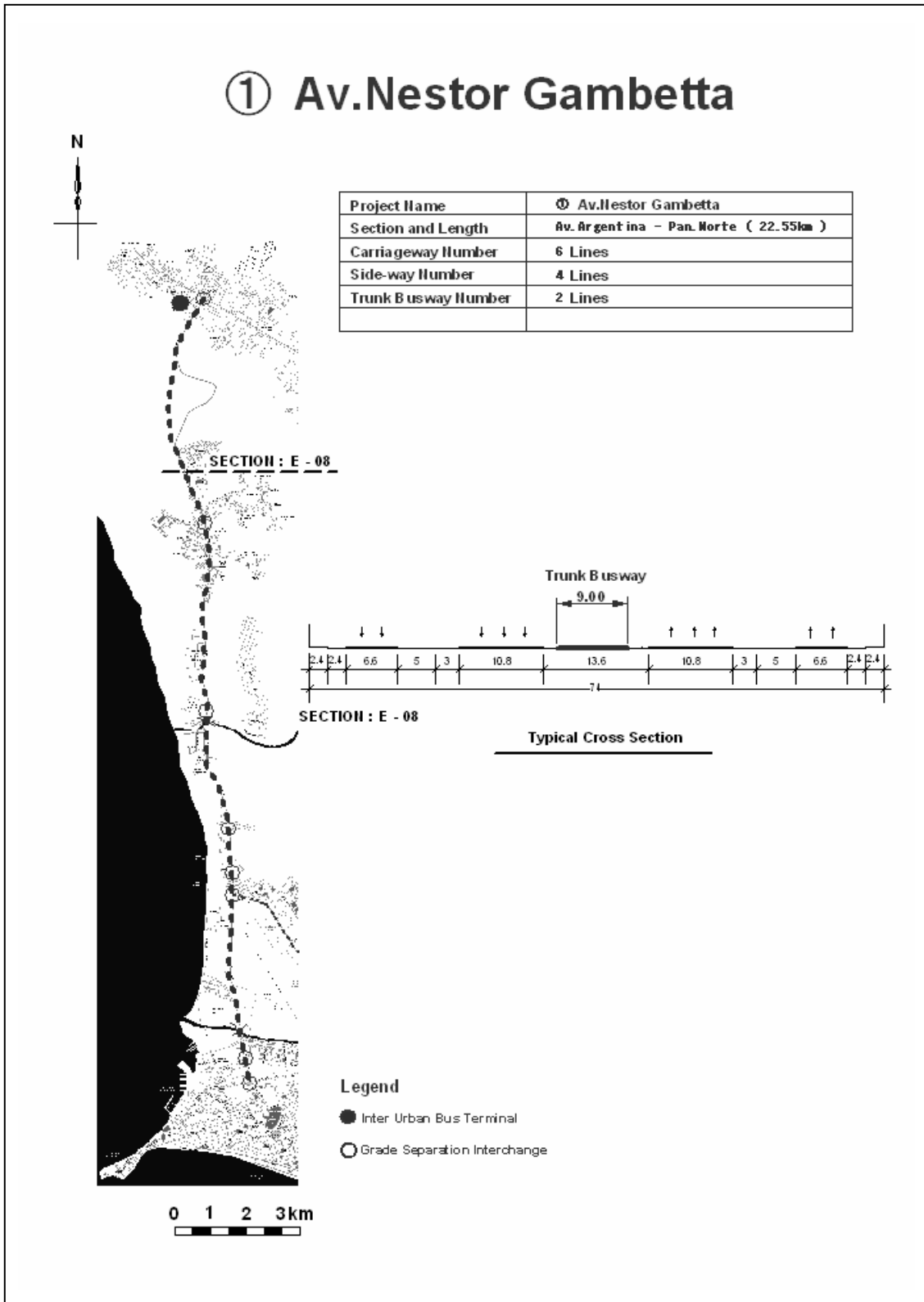


Figura 14.7-5 Vía Troncal de Buses Av. Néstor Gambetta

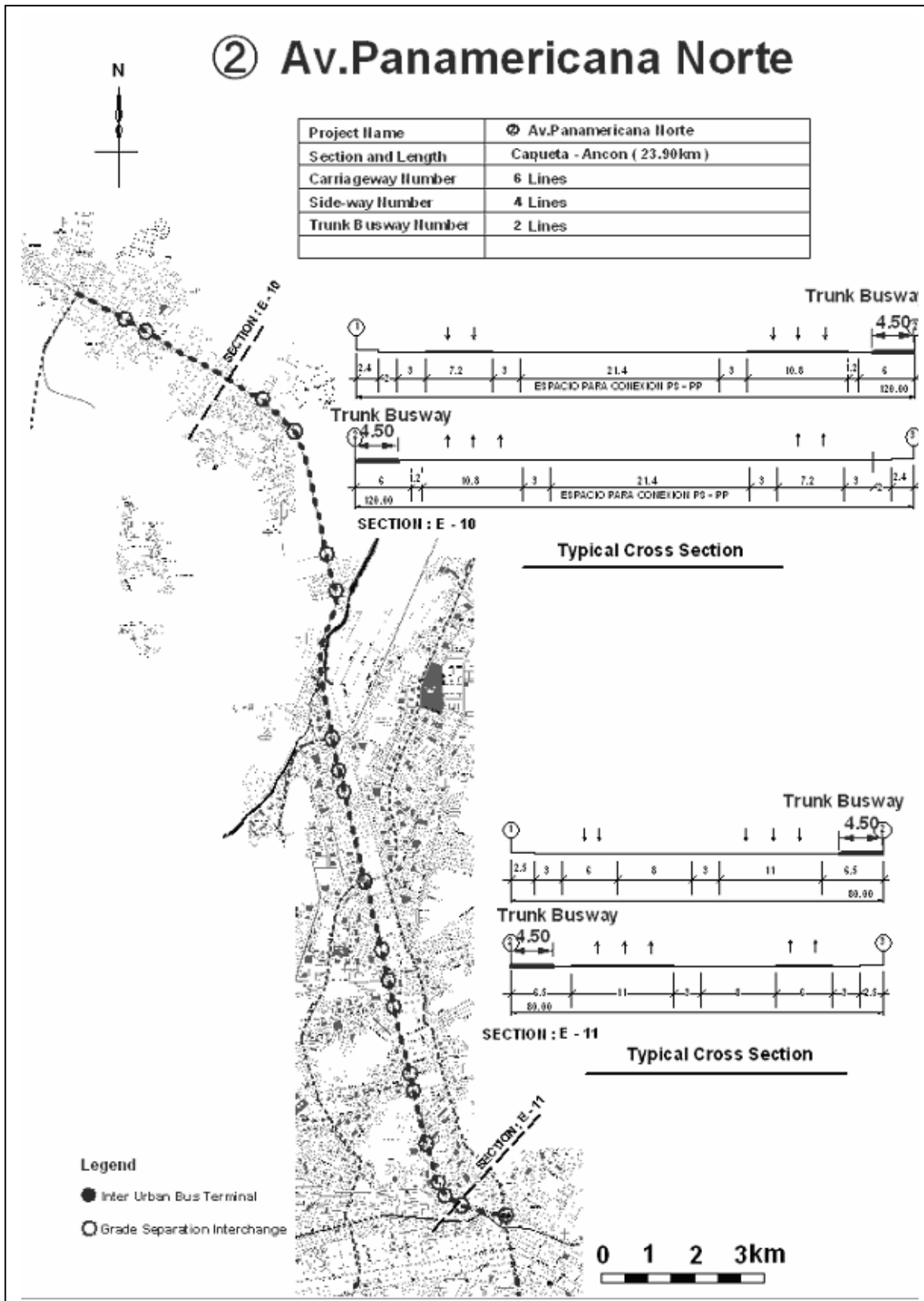


Figura 14.7-6 Vía Troncal de Buses Av. Panamericana Norte

### ③ Av. Universitaria Norte

Project Name	③ Av. Universitaria Norte
Section and Length	Metropolitana - Manuel Prado ( 7.27km )
Carriageway Number	4 Lines
Side-way Number	4 Lines
Trunk Busway Number	2 Lines

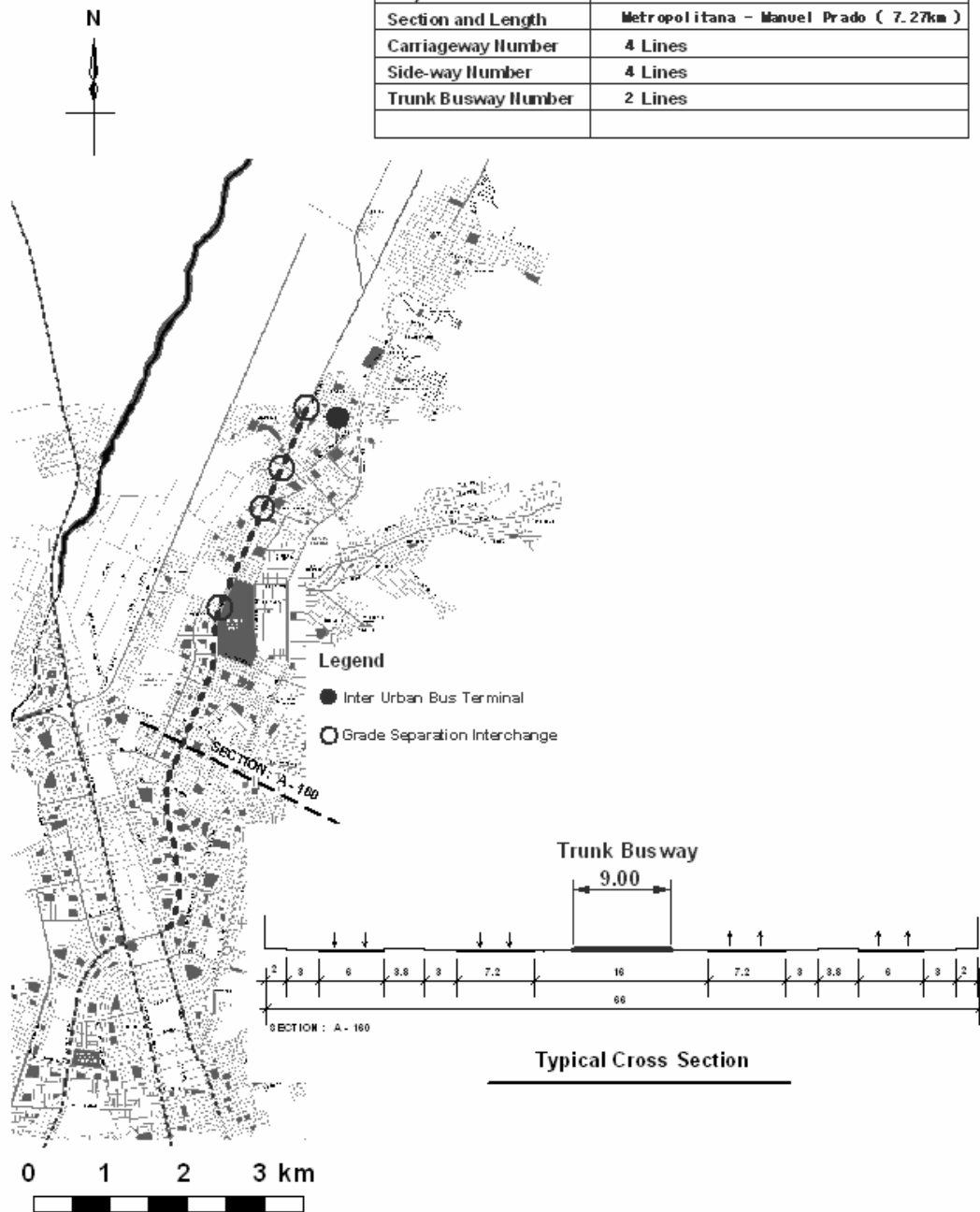


Figura 14.7-7 Vía Troncal de Buses Av. Universitaria Norte



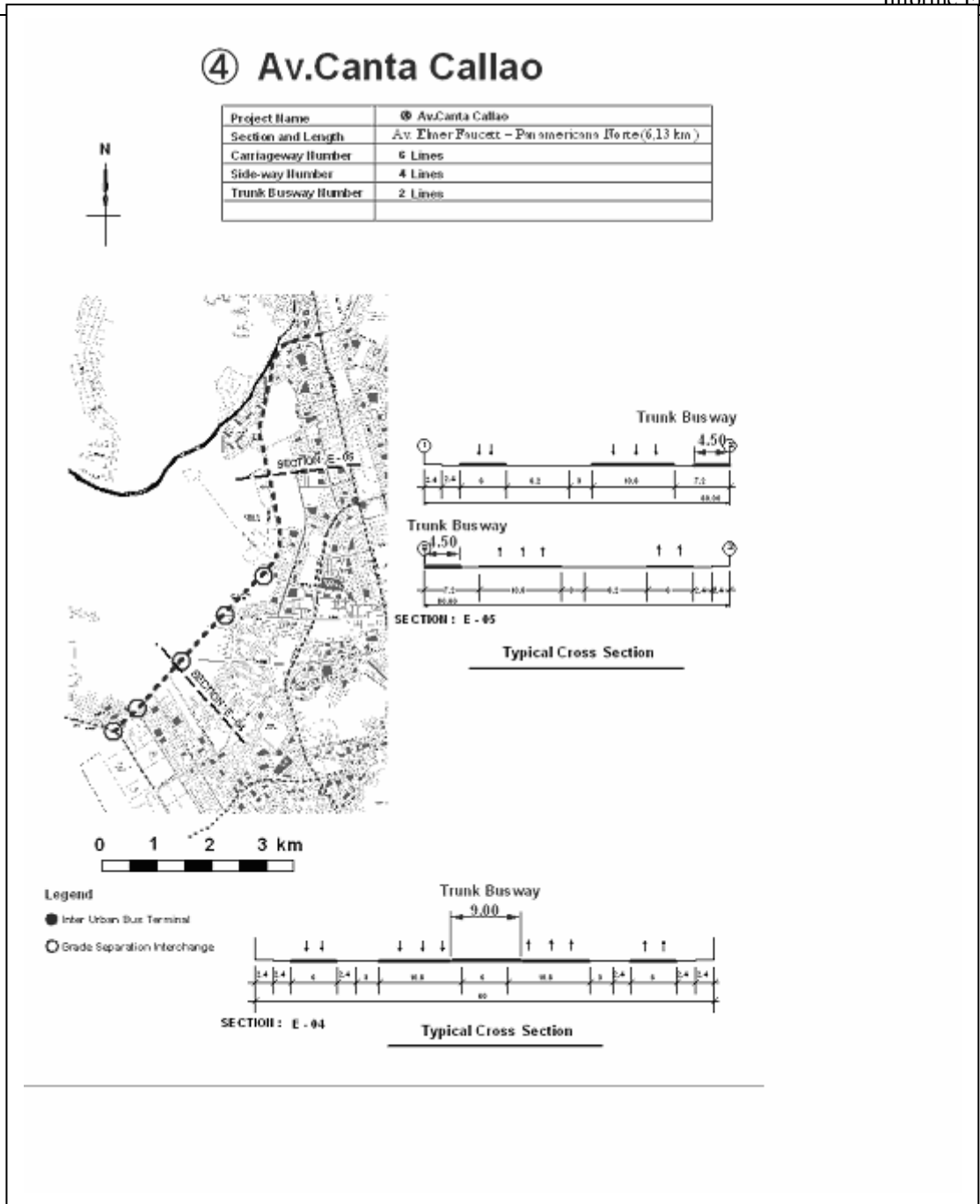


Figura 14.7-8 Vía Troncal de Buses Av. Canta Callao

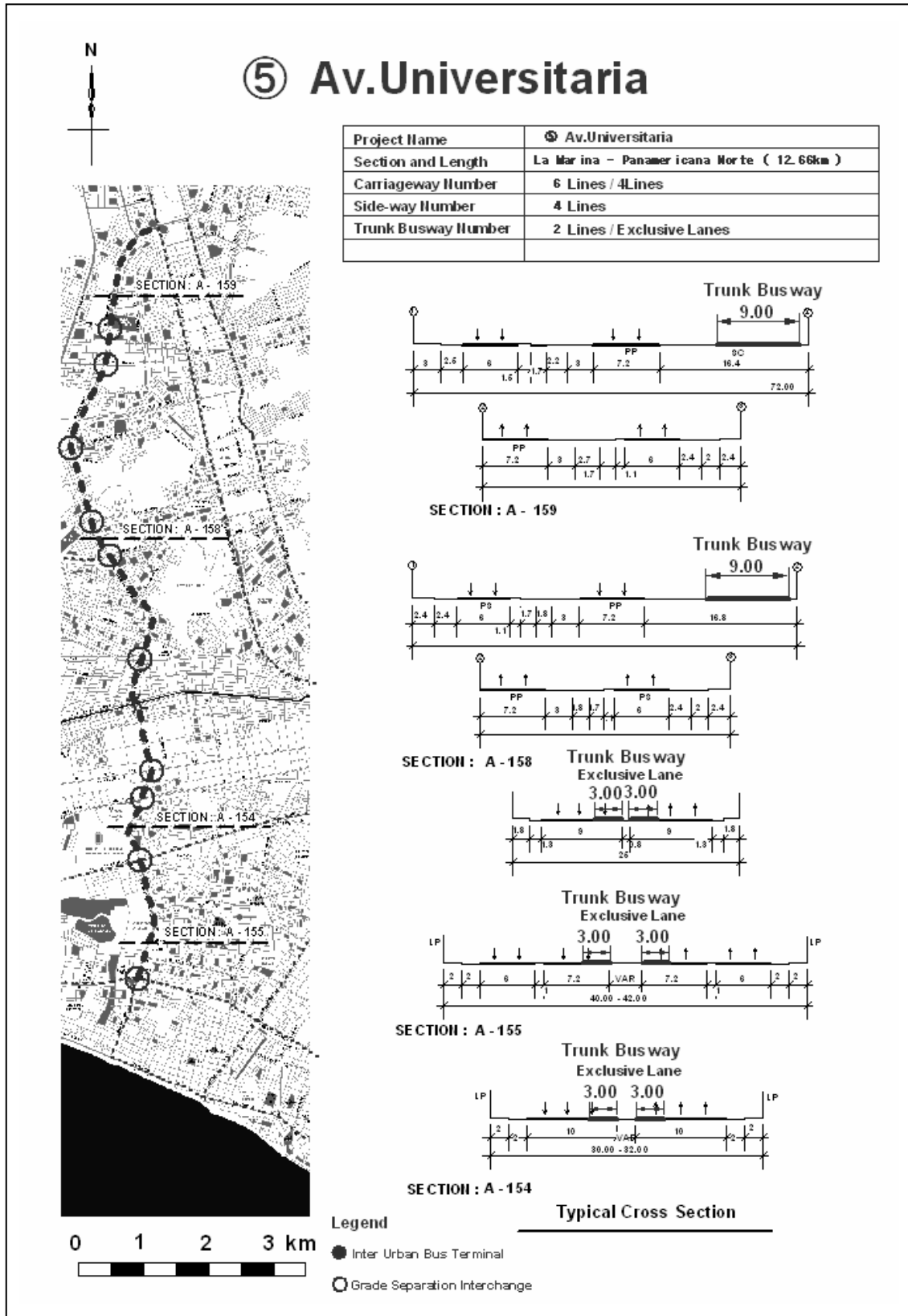


Figura 14.7-9 Vía Troncal de Buses Av. Universitaria

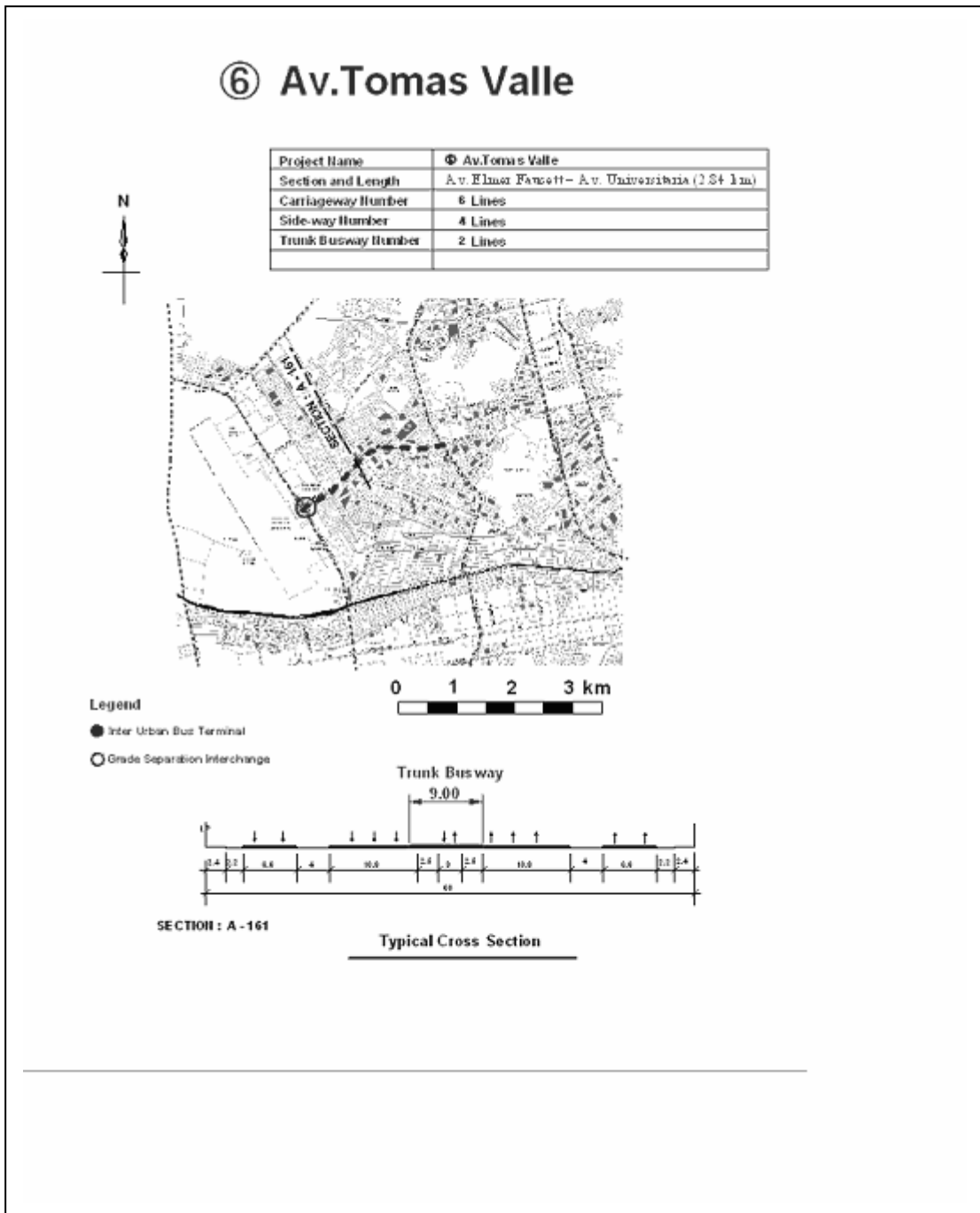
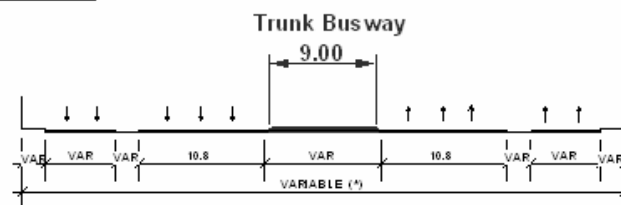


Figura 14.7-10 Vía Troncal de Buses Av. Tomas Valle

## ⑦ Av. Elmer Faucett



Project Name	⊗ Av. Elmer Faucett
Section and Length	Av. La Marina - Av. Nestor Gambetta ( 8.81km )
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	4 Lines
Trunk Busway Number	2 Lines



SECTION : E - 33

Typical Cross Section

Figura 14.7-11 Vía Troncal de Buses Av. Elmer Faucett

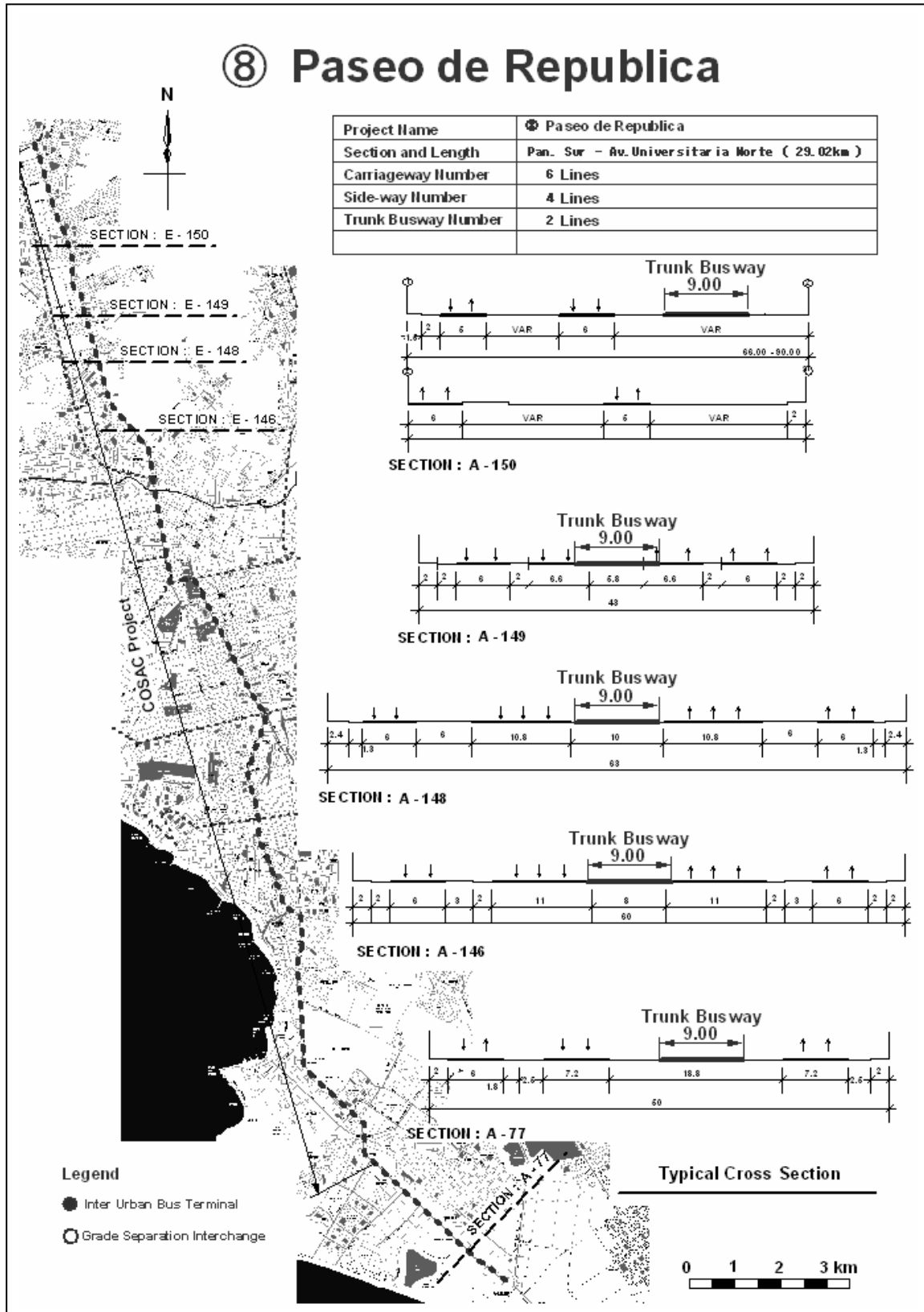


Figura 14.7-12 Vía Troncal de Buses Av. Paseo de República

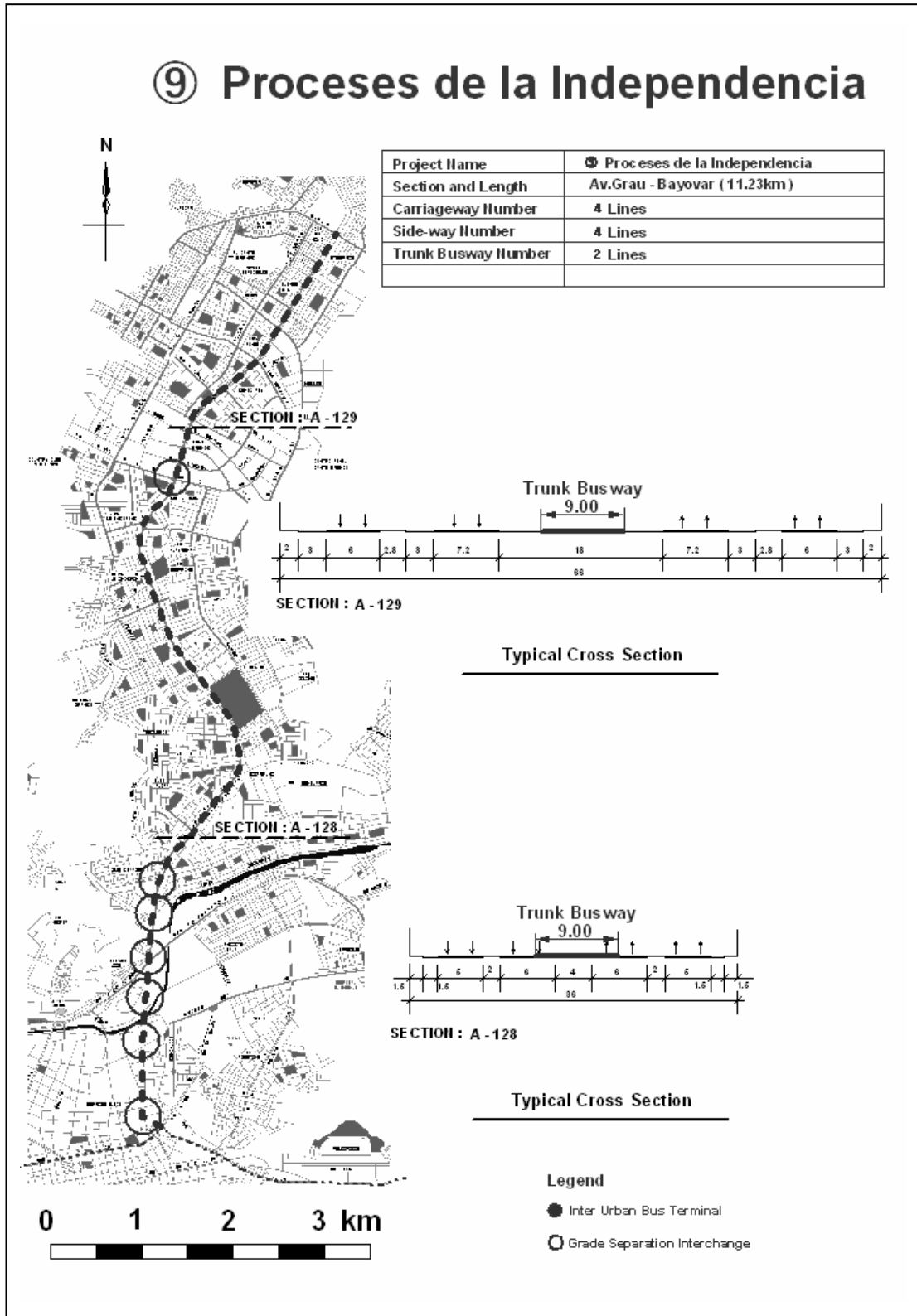


Figura 14.7-13 Vía Troncal de Buses Av. Próceres de la Independencia

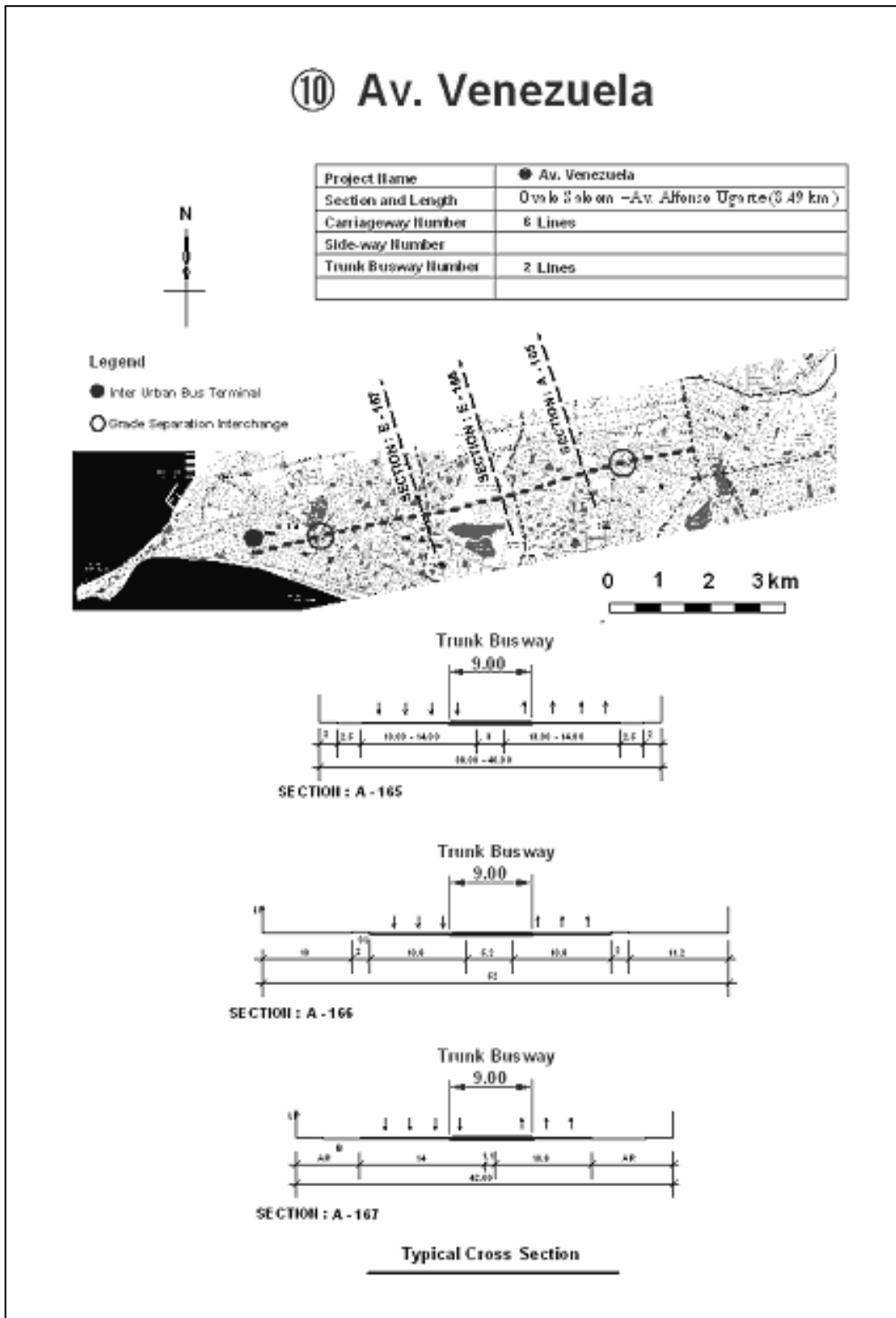


Figura 14.7-14 Vía Troncal de Buses Av. Venezuela

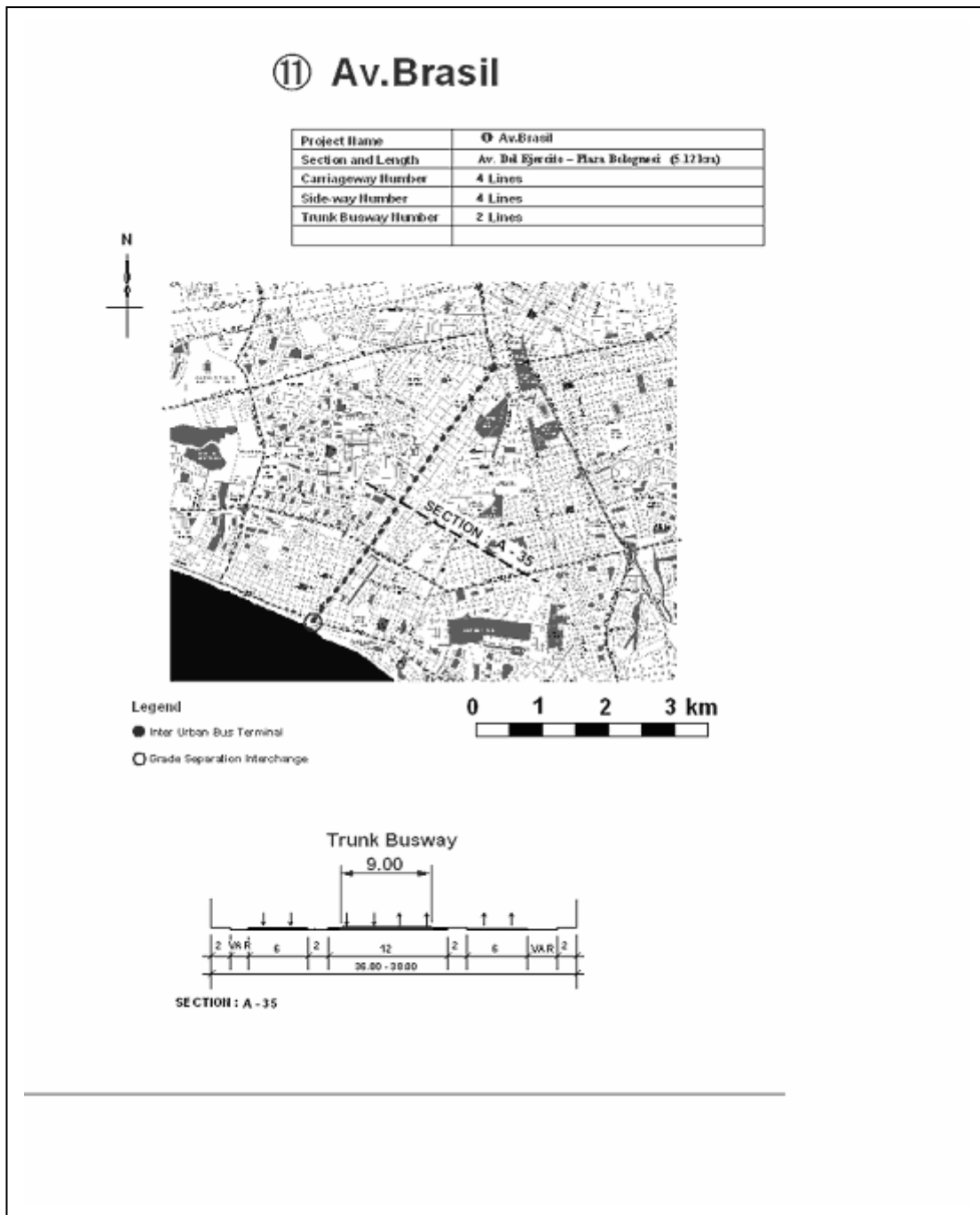


Figura 14.7-15 Vía Troncal de Buses Av. Brasil



## ⑫ Av. Javier Prado

Project Name	● Av. Javier Prado
Section and Length	Av. Elmer Faucett - Av. Carretera Central (21.07 km)
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	4 Lines
Trunk Busway Number	2 Lines

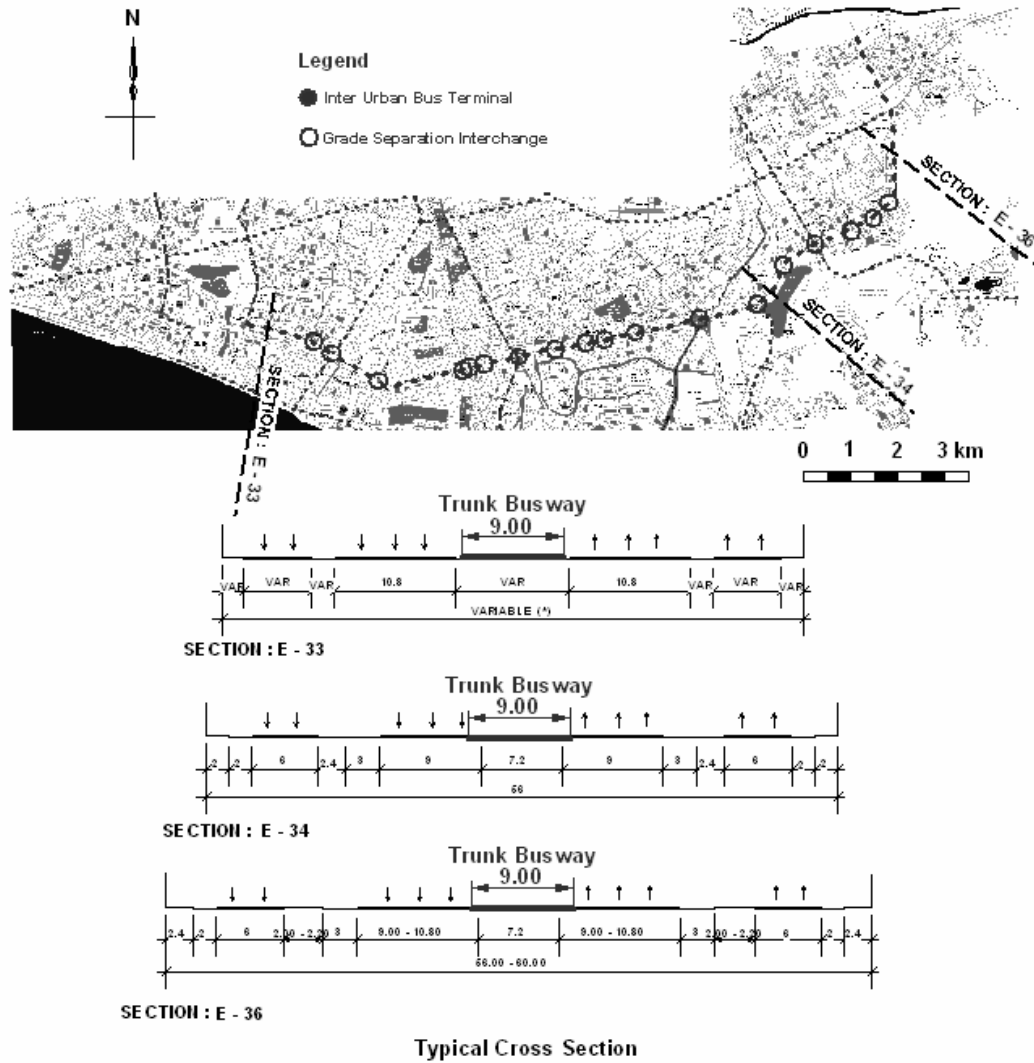


Figura 14.7-16 Vía Troncal de Buses Av. Javier Prado

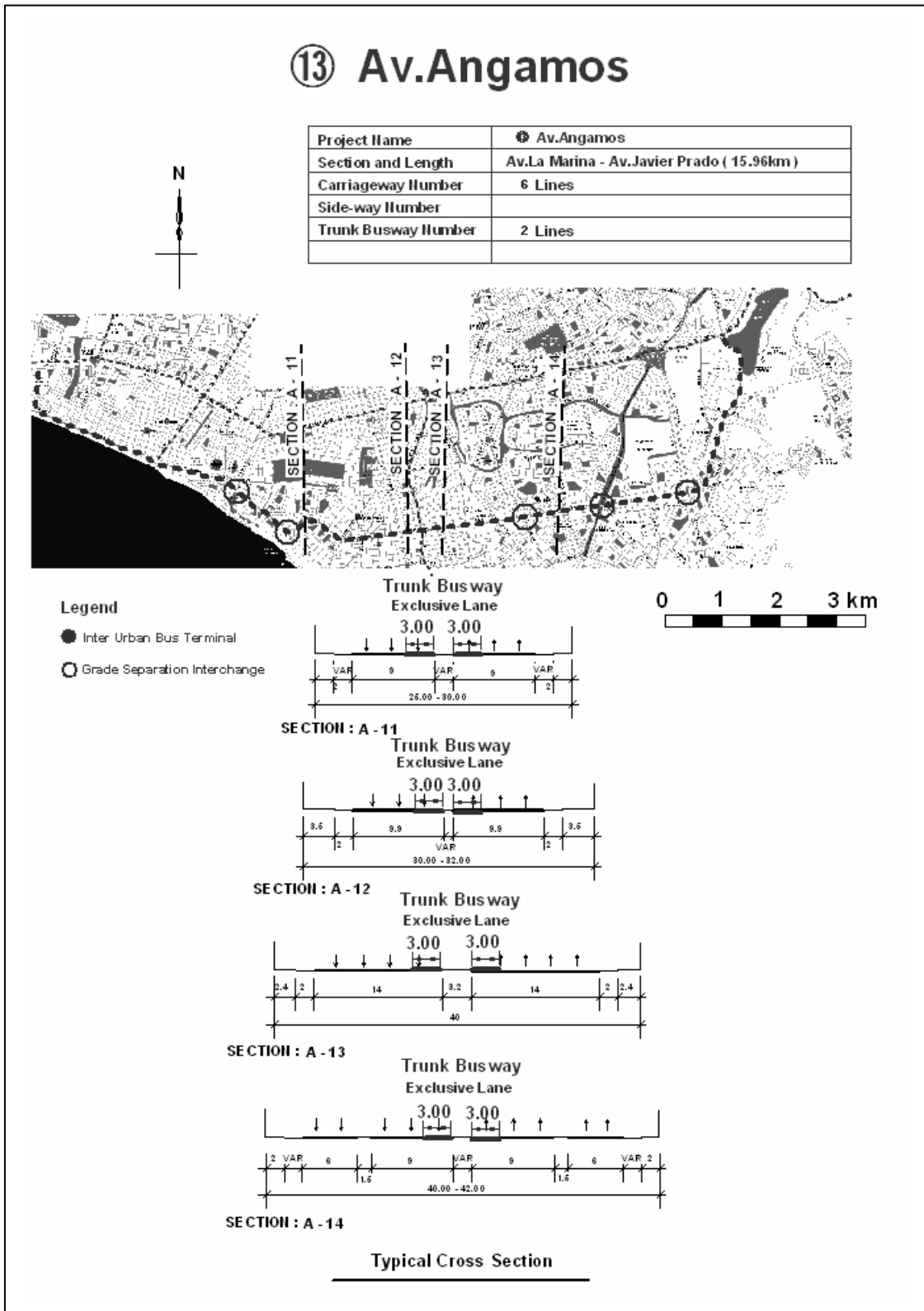


Figura 14.7-17 Vía Troncal de Buses Av. Angamos

# 14 Av. Grau

Project Name	Av. Grau
Section and Length	Paseo de la Republica Av. Nicolas Ayllón (2.52 km)
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	6 Lines
Trunk Busway Number	2 Lines / Exclusive Lanes

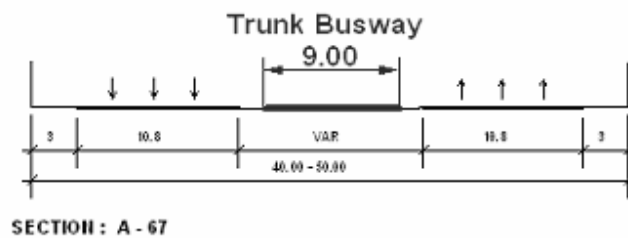
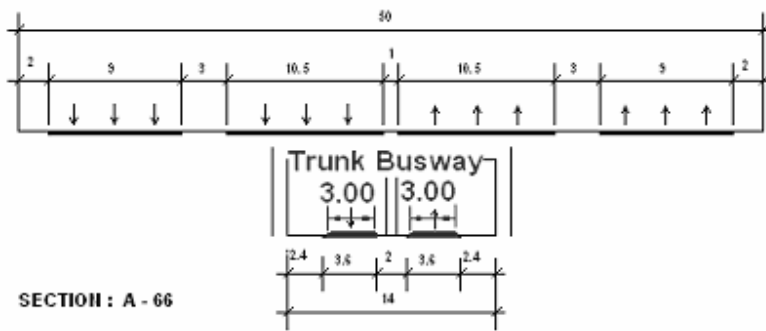


Figura 14.7-18 Vía Troncal de Buses Av. Grau

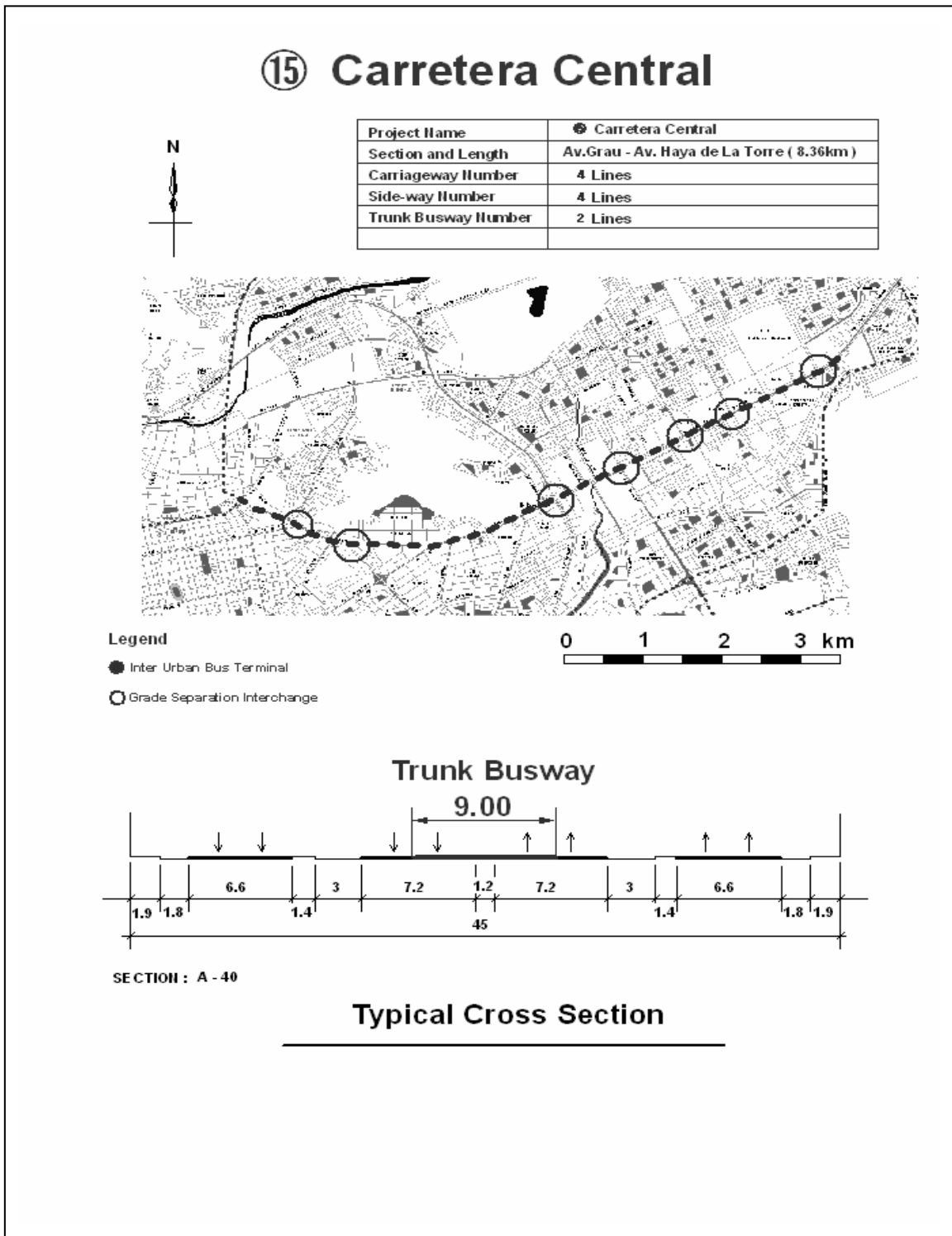


Figura 14.7-19 Vía Troncal de Buses Carretera Central

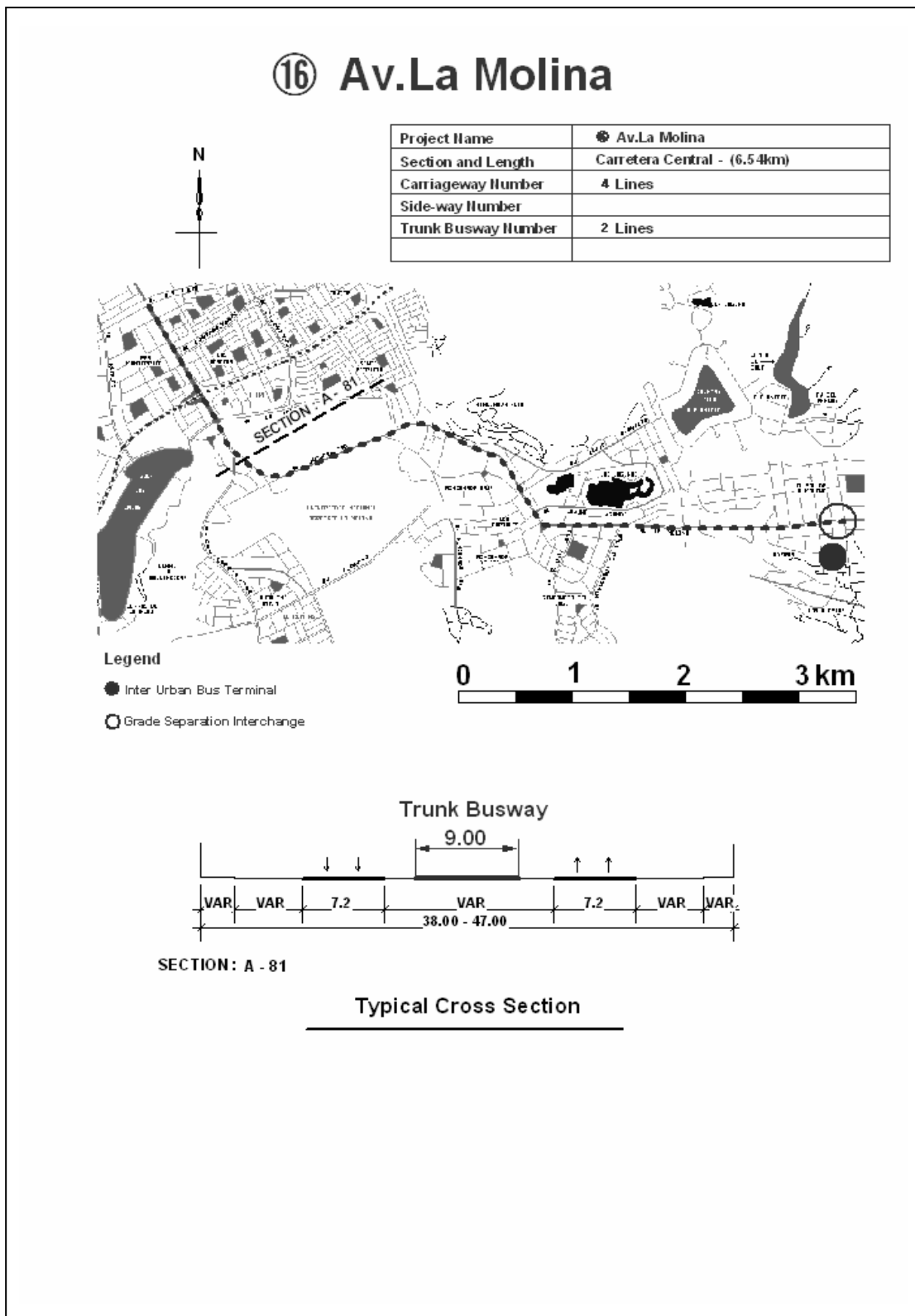


Figura 14.7-20 Vía Troncal de Buses Av. La Molina

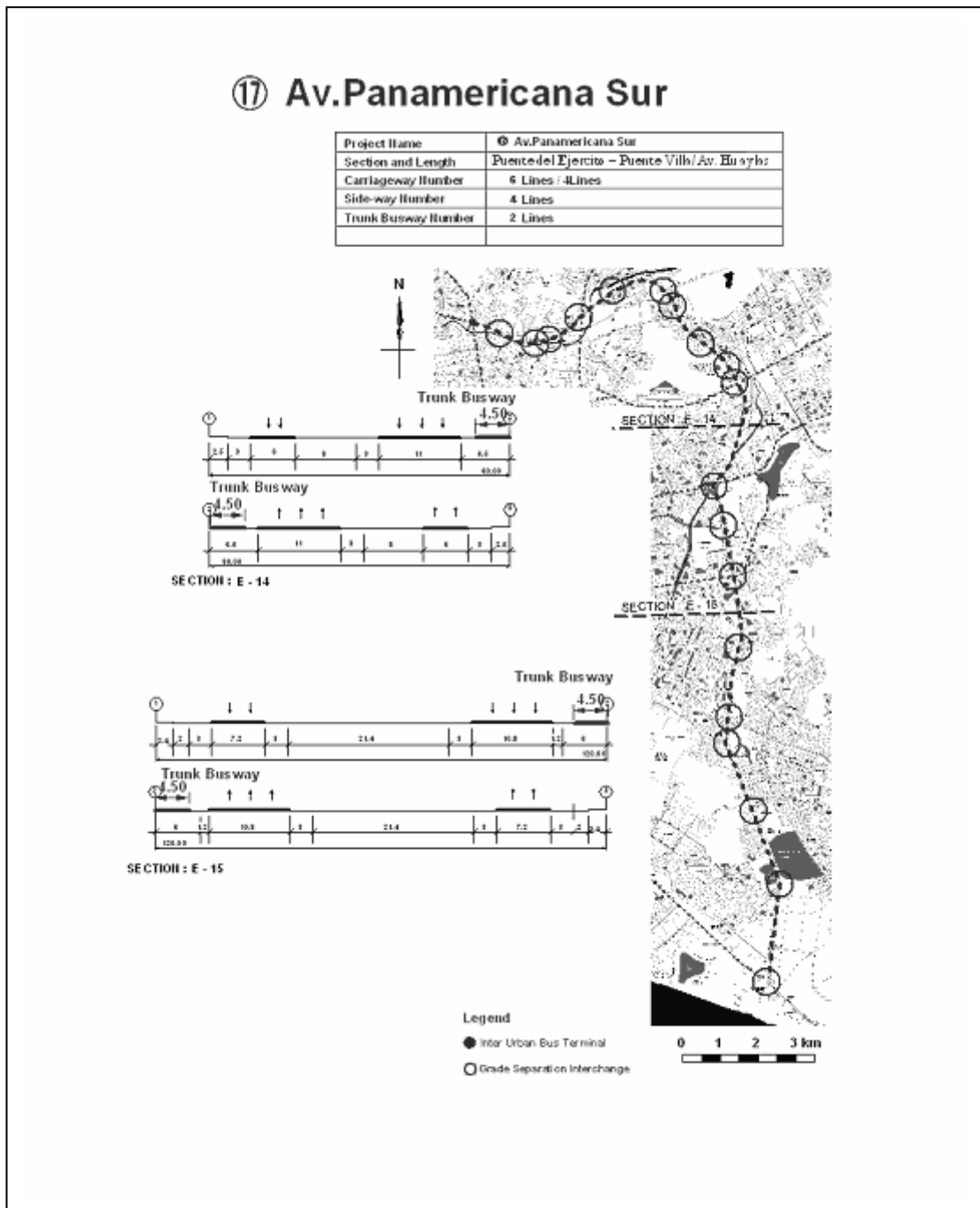


Figura 14.7-21 Vía Troncal de Buses Av. Panamericana Sur

## 14.8. INSTALACIONES DE BUSES

### 14.8.1. IMPORTANCIA DE INSTALACIONES DE TRANSFERENCIA

De acuerdo a la reestructuración del sistema de buses con buses troncales - alimentadores, las transferencias entre buses troncales y buses ordinarios (bus alimentador y bus convencional) aumentarán. Las transferencias deberán ser seguras, continuas, rápidas, cómodas, baratas y convenientes para todos los pasajeros y usuarios. De otro modo, a los pasajeros no les va a ser atractivo utilizar el nuevo sistema troncal de buses.

### 14.8.2. TIPO DE INSTALACIONES DE BUSES

Los tipos de instalaciones de buses están clasificados de la siguiente manera con énfasis en la transferencia entre buses troncales – buses alimentadores y buses troncales – vía férrea. El terminal será el fin de la ruta y la estación estará dentro de ella. El terminal y la estación tendrán un sistema de transferencia integrado con buses troncales y buses alimentadores dentro de la plataforma (boletería interna). El paradero de la vía de buses no tendrá transferencia de buses alimentadores. Los paraderos de los buses convencionales deben estar convenientemente ubicados alrededor de los terminales y las estaciones.

	Sin Estación Ferroviaria	Conexión con Estación Ferroviaria
Terminal de Vía de Buses		
Terminal de Vía de Buses Comprensivo (con conexión al terminal de buses de larga distancia: por bus alimentador / servicio de bus o camino peatonal)		
Estación de Vía de Buses A: Giro en U de bus troncal B: Conexión de 2 rutas de buses troncales C: Conexión entre la vía de buses y la vía férrea	<p>Estación de Vía de Buses A, B</p>	<p>Estación de Vía de Buses C</p>

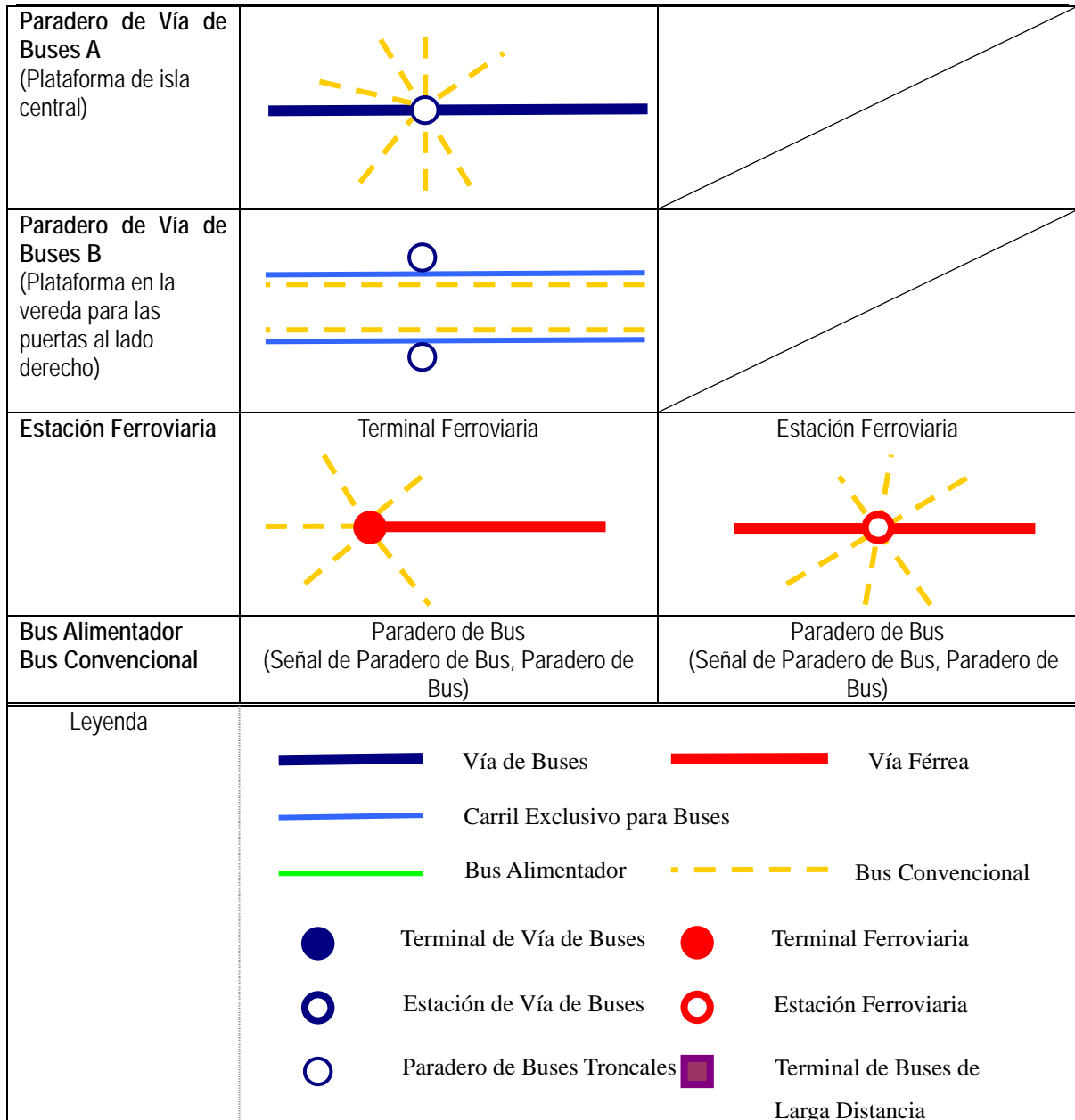


Figura 14.8-1 Tipos de Terminales, Estaciones y Paraderos de Vías de Buses

### 14.8.3. UBICACIÓN DE INSTALACIONES DE BUSES

La ubicación de los terminales/estaciones de las vías de buses, terminales/estaciones ferroviarias y terminales de buses de larga distancia se muestra en la siguiente figura con la condición de conexiones mutuas. Los paraderos de vías de buses se instalarán en intervalos de alrededor de 800m (500m~1000m) en los principales cruces en la vía de buses.



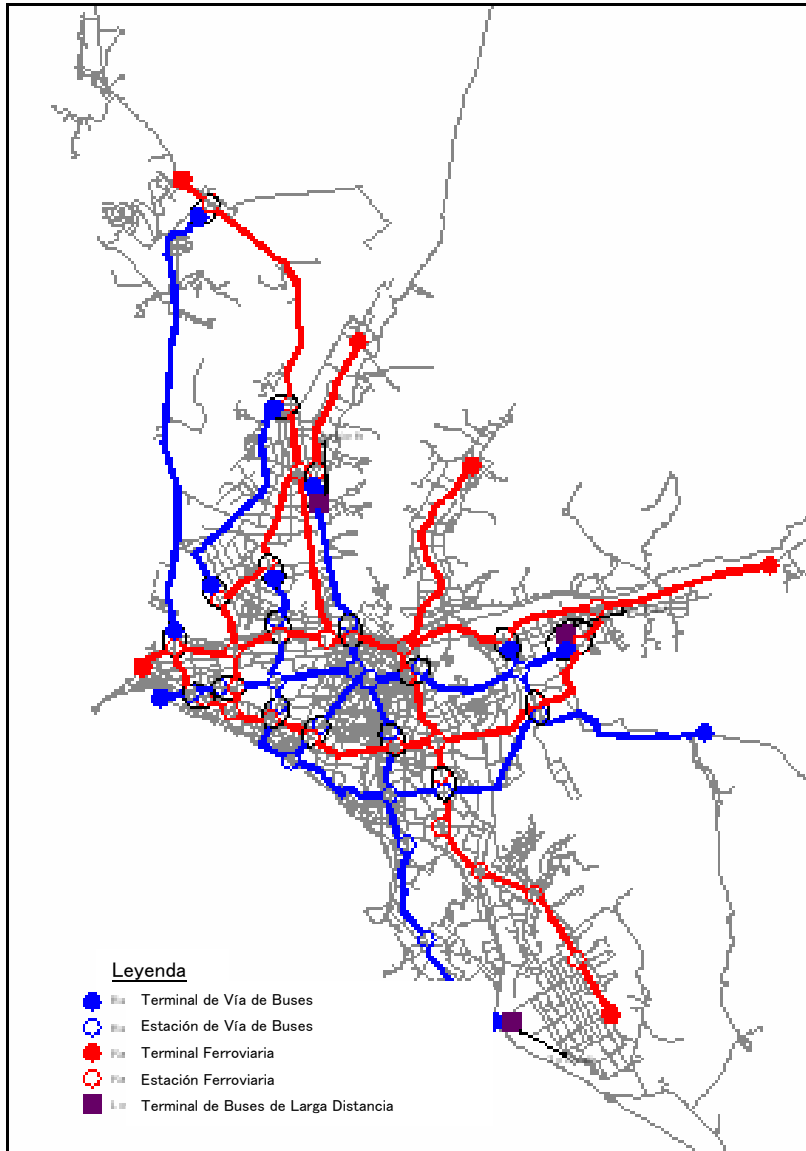


Figura 14.8-2 Ubicación de Terminales y Estaciones

#### 14.8.4. CONCEPTO DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE VÍAS DE BUSES

En vista del requerimiento de instalaciones de transferencia y el aumento de amenidades y atractivos, se propone el concepto de diseño a continuación:

- a) **Seguridad:** Separación a desnivel de pasajeros y buses, barandas, etc.
- b) **Baja tarifa:** Tarifa integrada con buses troncales y buses alimentadores, ingresos de alquiler y publicidad, etc.
- c) **Rápido y eficiente:** Distancias cortas para las transferencias.
- d) **Diseño universal:** Sin barreras para todos, incluyendo a las personas discapacitadas, mayores y niños; que también es necesario para el movimiento continuo y el uso de todos los pasajeros.
- e) **Conveniente:** Se debe mejorar las instalaciones para los pasajeros, como kioscos, asientos, información y estacionamiento de bicicletas, etc.
- f) **Sostenible:** Fácil operación y mantenimiento.
- g) **Desarrollo urbano:** El área alrededor de la instalación debe ser desarrollada con facilidades de comercio, negocio, cultural, etc. aprovechando la concurrencia masiva de gente. Estos edificios deben tener estacionamientos y ascensores, etc. y

deben estar conectados a la estación por medio de un puente peatonal.

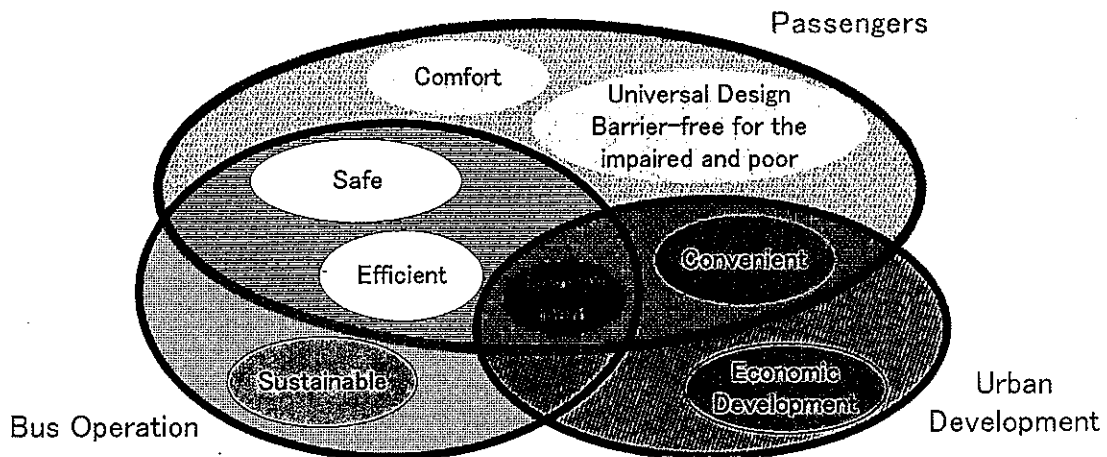


Figura 14.8-3 Concepto del Diseño para las Instalaciones de las Vías de Buses

#### 14.8.5. PLAN DE INSTALACIONES DE LAS VÍAS DE BUSES

Los terminales se encuentran al final de las rutas y las estaciones a lo largo de ellas. El terminal y la estación de la vía de buses brindarán una transferencia integrada entre los buses troncales y alimentadores. No existe una diferencia esencial entre las funciones de los terminales y las estaciones. Los paraderos de las vías de buses estarán preparados en una ruta pero no se integrarán con los buses alimentadores.

El diseño de las instalaciones de las vías de buses depende del tipo de bus troncal introducido; el tamaño de la carrocería, la ubicación de las puertas la altura del piso, etc. En Lima, siguiendo el proyecto COSAC, se asume que el bus troncal es un bus articulado con puertas al lado izquierdo y un nivel del piso a 90cm sobre el suelo. Por lo tanto, la plataforma debe ser una isla central con una altura de 90cm. Esta plataforma tipo isla tiene la ventaja de utilizar el área para las horas pico de la mañana y la tarde. El ancho no debe ser menor a los 4m. Las puertas y ventanillas de las boleterías se encontrarán antes de la plataforma. Las instalaciones para los pasajeros, como kioscos, cafeterías, servicios higiénicos, y estacionamiento para bicicletas, se prepararán de acuerdo a los requerimientos y disponibilidad de espacio. Para poder garantizar la seguridad, se debe preparar una separación a desnivel de pasajeros y buses/vehículos por medio de un puente peatonal. Ya que para la mayoría de los pasajeros las pendientes largas son incómodas; el puente peatonal debe contar con escaleras y ascensores. Los ascensores se pueden agregar después, en el lugar reservado en el diseño inicial.

##### (1) Terminal de la Vía de Buses (sin Terminal de Buses de Larga Distancia)

Existen 11 terminales de vías de buses en el la Alternativa O2 del Plan Maestro, de las cuales 8 terminales no se conectarán con la terminal de buses de larga distancia.

##### (2) Terminal de Buses Comprensivo (con Terminal de Buses de Larga Distancia)

Para la conveniencia de los pasajeros, el terminal de buses de larga distancia debe conectarse con el terminal de la vía de buses o la estación ferroviaria. Preferiblemente deben ser construidas en un mismo lugar y unidas por una vía peatonal.

CEPRI tiene el proyecto de concesión para el desarrollo de terminales de buses de larga distancia (interprovinciales), sin embargo, aun no se ha decidido las ubicaciones precisas pero se ha recomendado la macro-localización. Además, puede ser que no coincida con la ubicación propuesta en este estudio, en parte debido a las diferencias de las precondiciones.

En caso que proceda el proyecto para el terminal de larga distancia, el sitio sería distinto al del terminal de la vía de buses. Esto puede deberse a la adquisición de un lugar diferente. En este caso, una solución podría ser la conexión por medio de buses alimentadores o de ruta limitada.

Los siguientes 2 terminales comprensivos de buses han sido propuestos de acuerdo con las 3 rutas principales al norte, este y sur aceptando a los buses de larga distancia antes que entren al centro de la ciudad.

### 1) Terminal Comprensivo en el Norte

El lugar propuesto se encuentra cerca a la intersección de Av. Túpac Amaru y Av. Naranjal. El terminal de la vía de buses en Av. Túpac Amaru, la estación ferroviaria en Av. Naranjal, el terminal de buses de larga distancia y el desarrollo comercial a gran escala estarán conectados por medio de puentes peatonales. Una idea alternativa es un edificio terminal en la esquina de la cuadra con el terminal de buses de larga distancia en el primer piso, un terminal de la vía de buses en el segundo piso y la estación ferroviaria en el tercer piso.

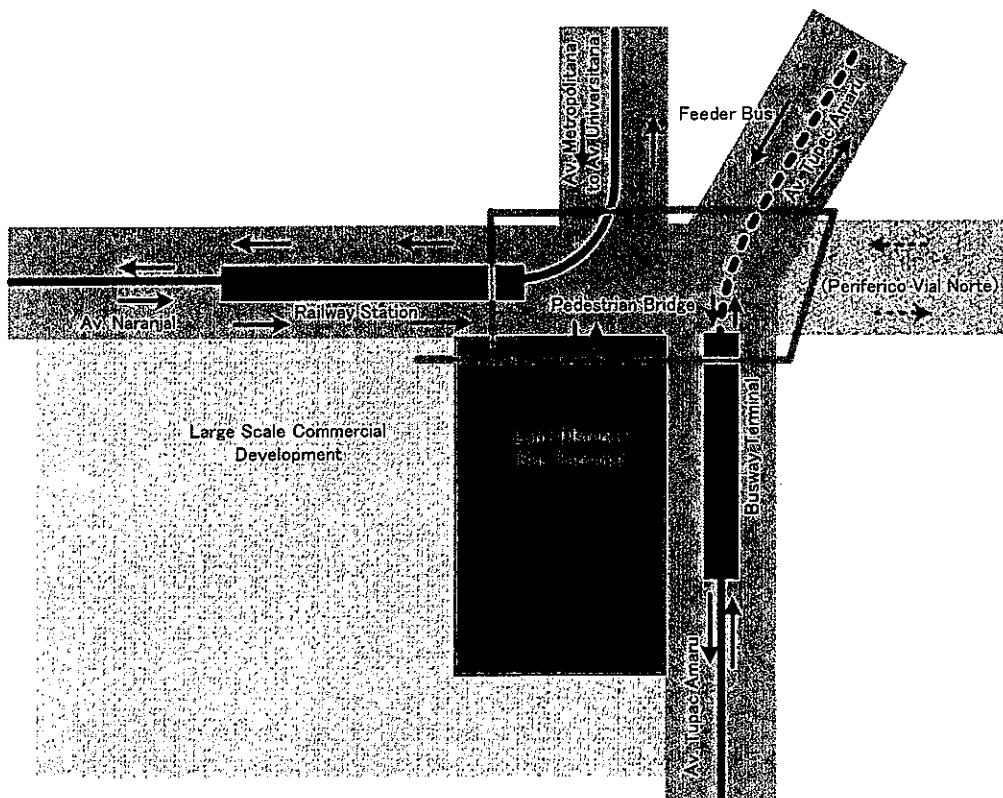


Figura 14.8-4 Ubicación Conceptual del Terminal de Buses Comprensivo en el Norte

### 2) Terminal de Buses Comprensivo en el Este

El lugar propuesto se encuentra cerca de la intersección de Av. N. Ayllón y Av. Separadora Industrial. El terminal de la vía de buses en Av. N. Ayllón, la estación ferroviaria en Av. Separadora Industrial, el terminal de buses de larga distancia y el desarrollo del Mercado Mayorista estarán conectados por medio de puentes peatonales. Una idea alternativa es un edificio terminal en la esquina de la cuadra con el terminal de buses de larga distancia en el primer piso, un terminal de la vía de buses en el segundo piso y la estación ferroviaria en el tercer piso.

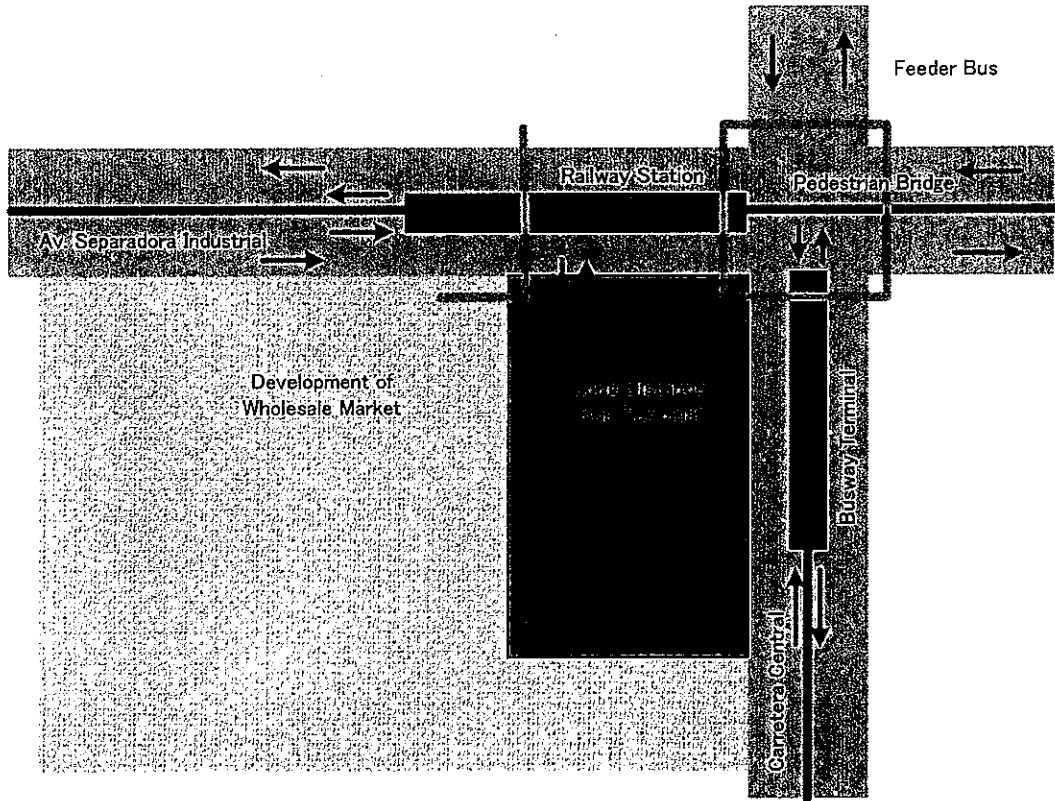


Figura 14.8-5 Ubicación Conceptual del Terminal de Buses Comprensivo en el Este

### 3) Terminal de Buses Comprensivo en el Sur

El lugar propuesto se encuentra cerca de la intersección de Av. Panamericana y Av. Huaylas, o al este de Av. Huaylas. El terminal de la vía de buses y el terminal de buses de larga distancia estarán conectados por medio de un área peatonal. La ruta de la vía de buses del proyecto COSAC se extenderá hacia esta ubicación, en donde sería ventajoso aceptar a los buses alimentadores que vienen de Villa El Salvador.

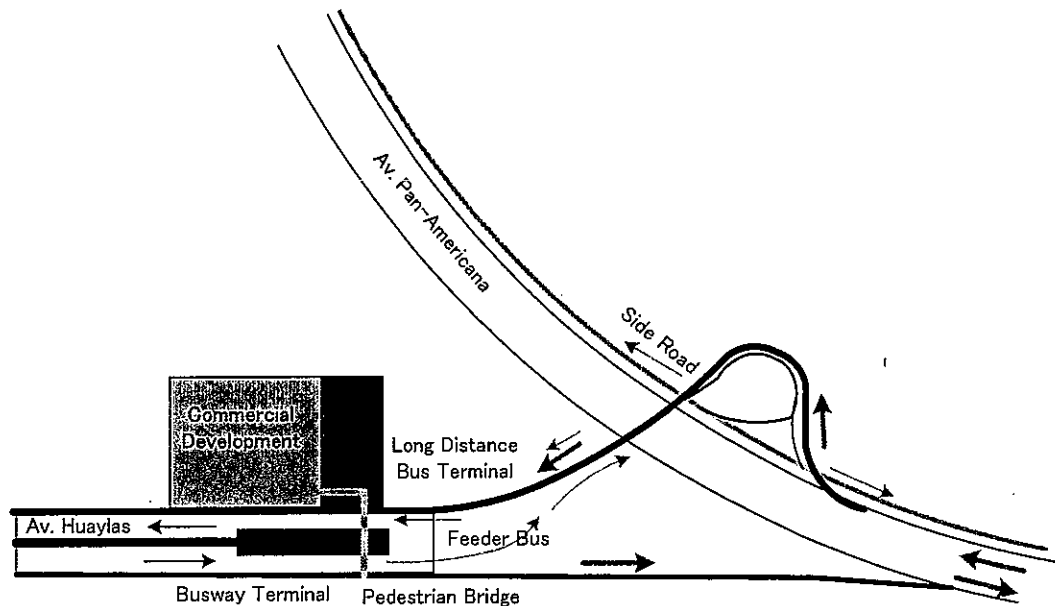


Figura 14.8-6 Ubicación Conceptual del Terminal de Buses Comprensivo en el Sur

### (3) Estación de la Vía de Buses

#### 1) Estación de la Vía de Buses A (Bus Troncal ↔ Bus Alimentador)

La plataforma colindará con los puestos de los buses troncales entrantes, y los puestos de desembarque de los buses alimentadores, los puestos de los buses troncales salientes y los puestos de embarque de los buses alimentadores para una fácil transferencia. El nivel de la plataforma estará 90cm más alto que la vía troncal de buses y 20cm más alto que la vía alimentadora de buses (ver un ejemplo de la diferencia del nivel de las vías en el terminal de Santa Fe de Bogotá, en Colombia).



#### 2) Estación de la Vía de Buses B (Bus Troncal ↔ Bus Troncal ↔ Bus Alimentador)

Esta estación es la integración de la estación anterior y otros paraderos de la vía de buses.

#### 3) Estación de la Vía de Buses C (Bus Troncal ↔ Bus Troncal)

Esta estación sólo es la conexión de 2 paraderos de la vía de buses sin transferencia de buses alimentadores.

### (4) Conexión de la Estación/Terminal de la Vía de Buses con la Estación/Terminal Ferroviaria

El bus troncal y la vía férrea no tendrán un sistema de boletos integrado debido a la diferencia en la organización. Deben tener sus propias puertas de boletería. Pero la transferencia debe ser fácil y segura. La estación de la vía de buses y la estación ferroviaria deben estar conectadas directamente por medio de puentes peatonales.

### (5) Paradero de la Vía de Buses

El paradero de la vía de buses será una plataforma con una isla central con puertas de boletería. En principio la estación debe estar conectada por medio de un puente peatonal con escaleras y ascensores. Pendiente y cruces peatonales se brindarán para los tipos a nivel. (Ver un ejemplo de un paradero de la vía de buses en una plataforma con una isla central en Santa Fe de Bogotá, en Colombia)

### (6) Paradero de Buses (Bus ordinario, Bus alimentador)

Se debe brindar por lo menos un letrero con la información necesaria [nombre del paradero, nombre de la ruta, destino, tarifa, ruta de bus relacionada, horarios (por lo menos la hora de inicio y la hora de termino, mayor intervalo), número telefónico de contacto y dirección], además de iluminación. Se deben preparar paraderos de buses con bancas, información y publicidad en los principales paraderos.



#### 14.8.6. INSTALACIONES PARA PASAJEROS EN LOS TERMINALES /ESTACIONES DE VÍAS DE BUSES

Se espera que las terminales, estaciones y paraderos de las vías de buses tengan las siguientes funciones:

- Transferencia eficiente y conveniente entre el bus troncal y el bus alimentador (transferencia gratuita)
- Cobranza de la tarifa de los pasajeros entrantes y ventas de boletos

- c) Seguridad de los pasajeros
- d) Viajes y paradas continuas de los buses
- e) Estacionamiento de los buses para el ajuste del tiempo y descanso de los conductores
- f) Administración de la operación de los buses
- g) Consideración para el uso de discapacitados (personas mayores con bastones, sillas de ruedas, etc.)
- h) Mobiliario urbano (banca, diseño del acabado de los pisos, diseño de los letreros, diseño de la arquitectura, servicios higiénicos, estacionamiento para bicicletas, etc.)
- i) Facilidades para los pasajeros (tienda, cafetería, información, lotería, espacio para la comisión de reciclaje, espacio de exhibición, etc.)
- j) Contribución al desarrollo urbano (comercial, negocios, cultural, servicios públicos, etc.)

De las funciones anteriores, las siguientes instalaciones serán necesarias para los terminales, estaciones, y paraderos de las vías de buses.

Tabla 14.8-1 Instalaciones en los terminales, estaciones, y paraderos de las vías de buses

Instalaciones	Terminal de Vía de Buses	Terminal Comprensiva de Buses	Estación de Vía de Buses	Paradero de Vía de Buses	Comentarios
Plataforma					Techo, cerco / panel, piso
Solo Bus Troncal	△	△	△	○	
Bus Troncal/Alimentador	○	○	○		Transferencia integrada
Bus Convencional	Conexión	Conexión	Conexión	Conexión	Debe estar ubicado en las inmediaciones
Vía Férrea	Conexión	Conexión	Conexión	Conexión	Se debe diseñar la conexión
Bus de Larga Distancia		Conexión			Se debe diseñar la conexión
Área para el Público/Corredor	○	○	○	○	Separación mínima 2m de ancho, acabado de piso anti-deslizante ,baranda
Puerta de Boletería	○	○	○	○	Depende del sistema de boletos
Ventanilla/Oficina de Boletería	○	○	○	○	Por lo menos una ventanilla atendida
Información	○	○	○	○	Tablero, pantalla electrónica, etc.
Cuarto de Conductores	○	○	○		Espera, descanso
Tienda, Kiosco	○	○	○	○	Espacio alquilado
Galería de Compras	○	○	○		Espacio alquilado
Cafetería	○	○	○		Espacio alquilado
Banca	○	○	○	○	Espacio que no obstruya el tránsito de pasajeros
Vía de buses	○	○	○	○	El nivel de la vía debe ser ajustado
Estacionamiento de buses	○	○	○		Para el ajuste de tiempo y descanso
Paradero de Taxis	○	○	○		Estacionamiento y embarque para taxis
Carport (para carros privados)	○	○	○		Embarcar y desembarcar
Estacionamiento de Bicicletas	○	○	○	○	Es necesario para el uso de bicicletas
Estacionamiento de Carros	△	△			Se ha considerado una gran área
Servicios Higiénicos	○	○	△		Se debe preparar servicios higiénicos grandes con propósitos múltiples para sillas de rueda, discapacitados con ayuda, familias con niños pequeños, etc.
Ascensor	○	○	○	○	Se debe reservar un espacio en el diseño inicial.

#### 14.8.7. PLAN DEL MODELO DEL TERMINAL/ESTACIÓN/PARADERO DE LAS VÍAS DE BUSES

##### (1) Estación de la Vía de Buses en el Centro de la Vía

La estación de buses estará ubicada en el centro de la vía que da directamente a la vía para los buses. Se instalarán dos plataformas por dirección de la ruta. El área central será para los buses alimentadores. Puestos de desembarque de buses alimentadores y puestos de buses troncales entrantes deben estar juntos y viceversa. Por lo tanto, la distancia para la transferencia será mínima.

Las puertas de boletería, oficina y corredor se construirán en el segundo nivel y estarán conectados con escaleras y un ascensor. Los pasajeros utilizarán el puente peatonal que está disponible para el público. Se considerará la conexión directa a los edificios colindantes para la conveniencia de los pasajeros y de los edificios.

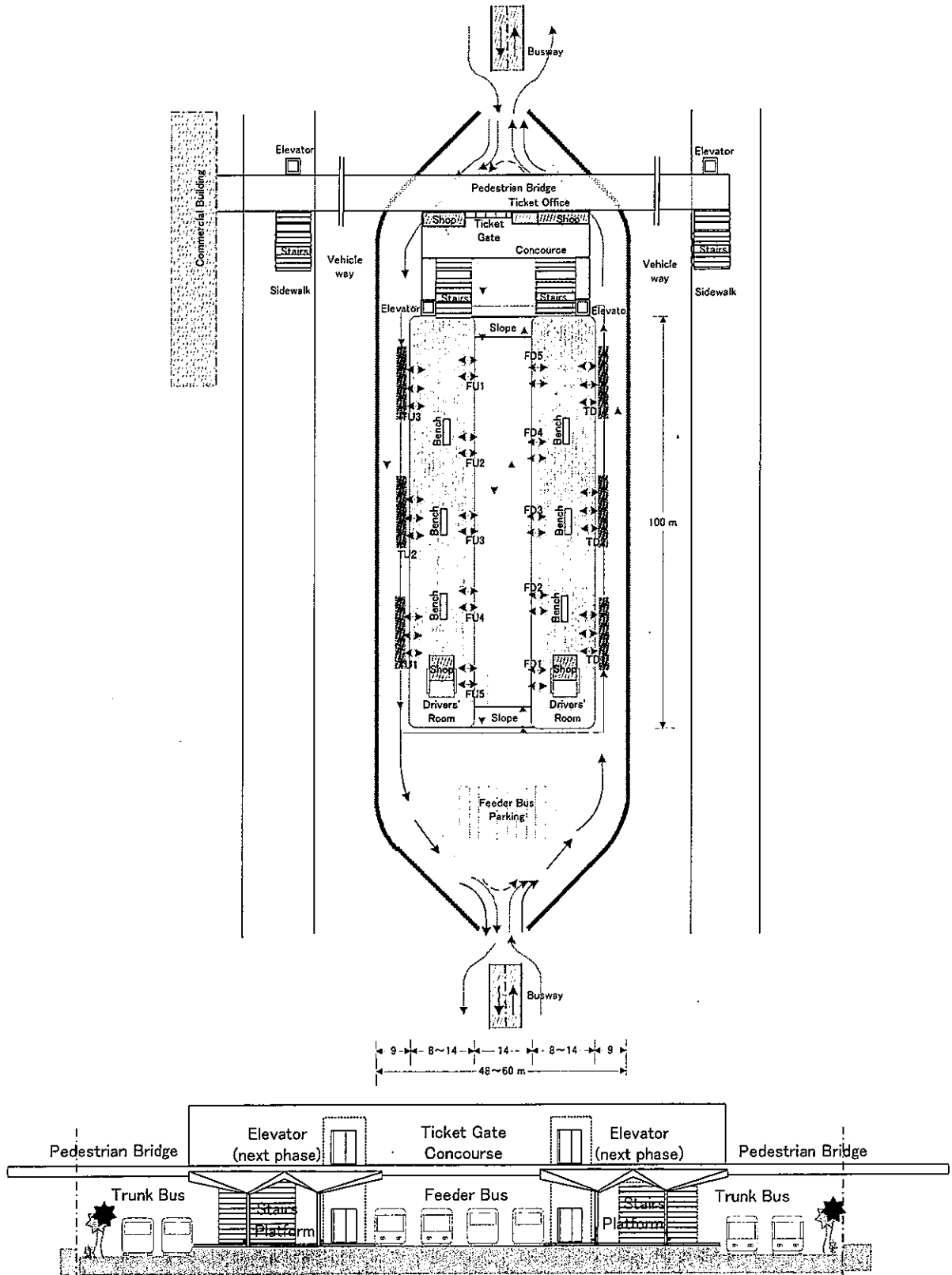


Figura 14.8-7 Paradero de la Vía de Buses en el Centro de la Vía



## (2) Estación de la Vía de Buses Separado a Desnivel

La estación de la vía de buses estará ubicada en un punto en la vía. El bus troncal y el bus alimentador ingresarán a la estación desde la vía por medio de semáforos de tránsito. Las boleterías y las oficinas serán edificios de un piso. Frente al edificio habrá, espacios para el alquiler de tiendas, estacionamientos para bicicletas, paradero de taxis y un área de embarque/desembarque para vehículos privados. Este diseño posibilitará la adquisición de tierras cuando el ancho de la vía sea limitado. Los peatones caminarán a las plataformas por medio de cruces peatonales en donde pasarán los buses alimentadores.

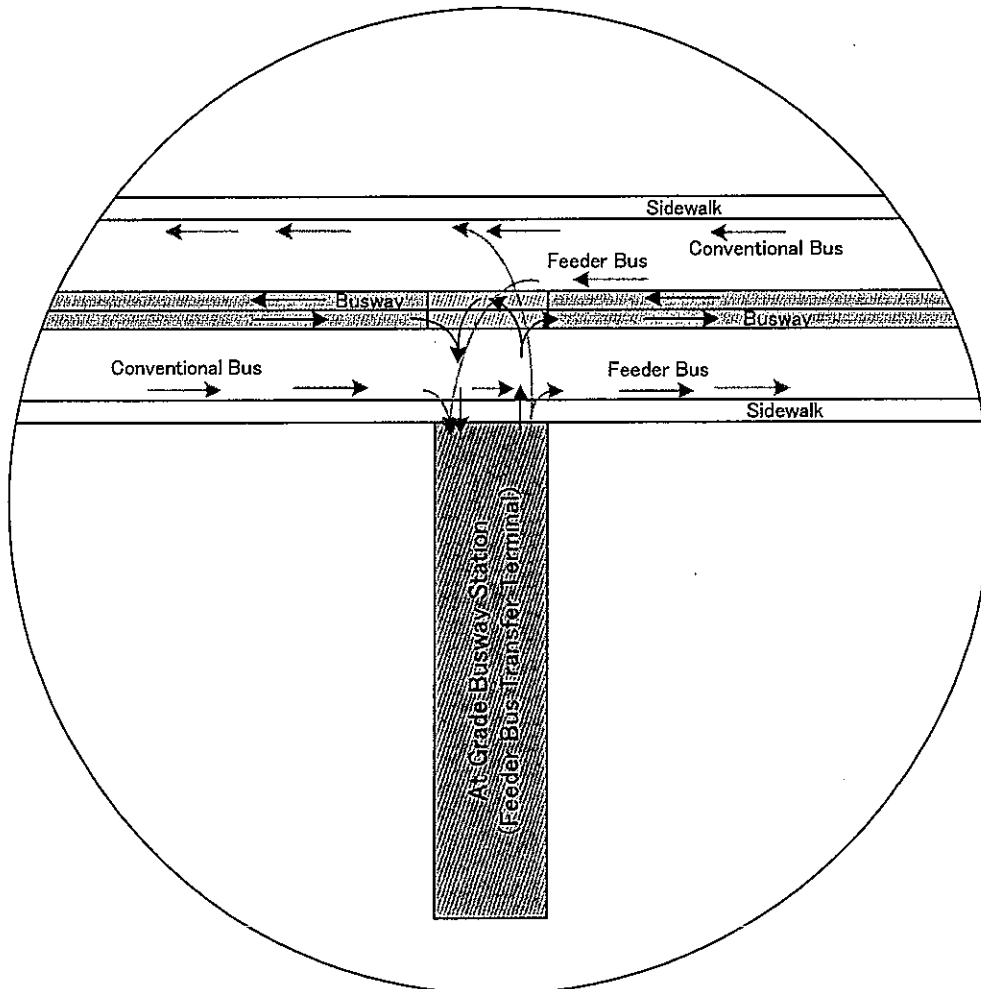


Figura 14.8-8 Ubicación Conceptual de la Estación de la Vía de Buses a Nivel en un Punto en la Vía

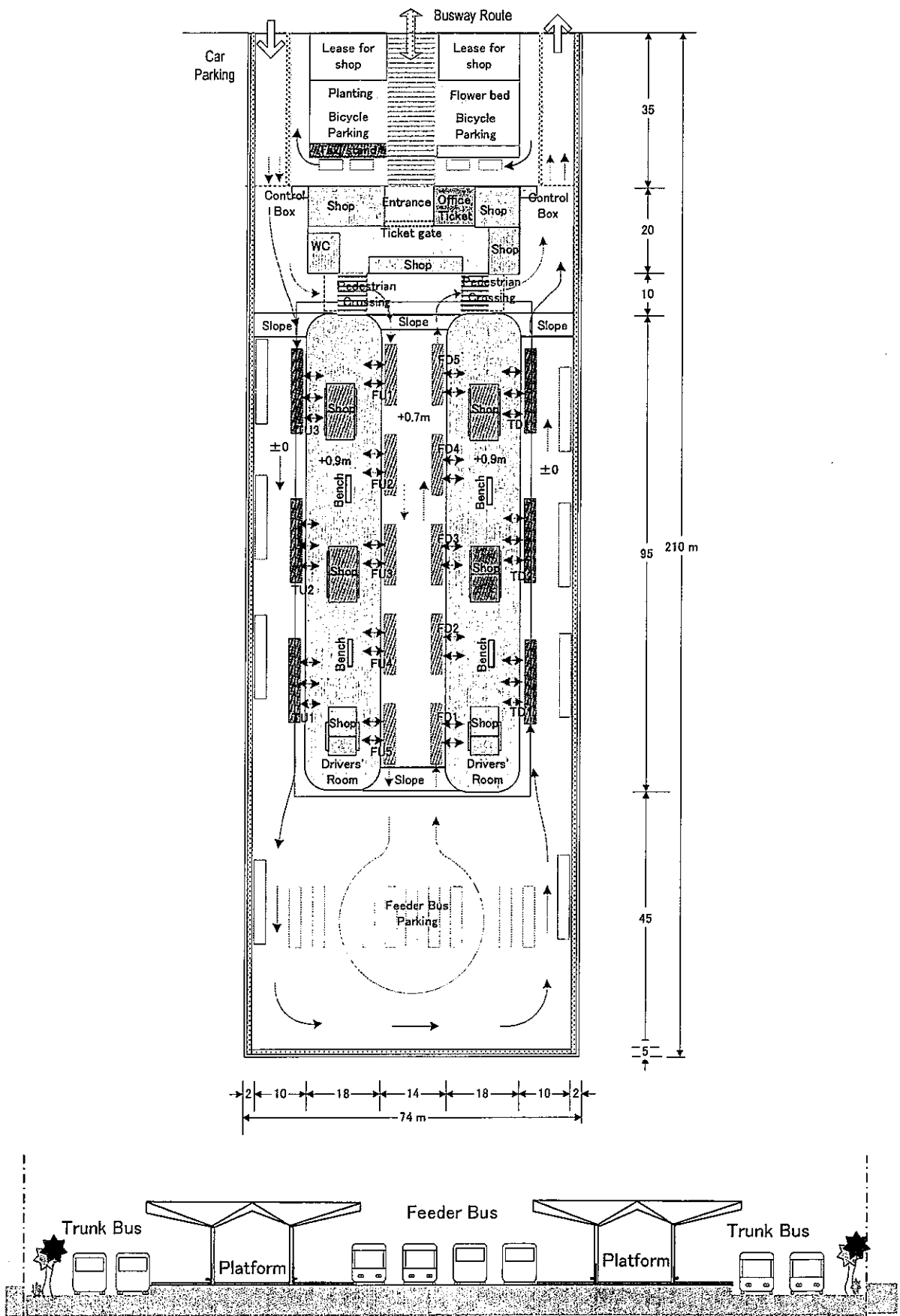


Figura 14.8-9 Plan Conceptual de la Estación de la Vía de Buses a Nivel en un Punto en la Vía

### (3) Paradero de la Vía de Buses

El paradero estará ubicado en el centro de la vía de buses. Las puertas de boletería, oficina y corredor se habilitarán en el segundo nivel y estarán conectados con escaleras y un ascensor. Los pasajeros utilizarán el puente peatonal disponible para el público.

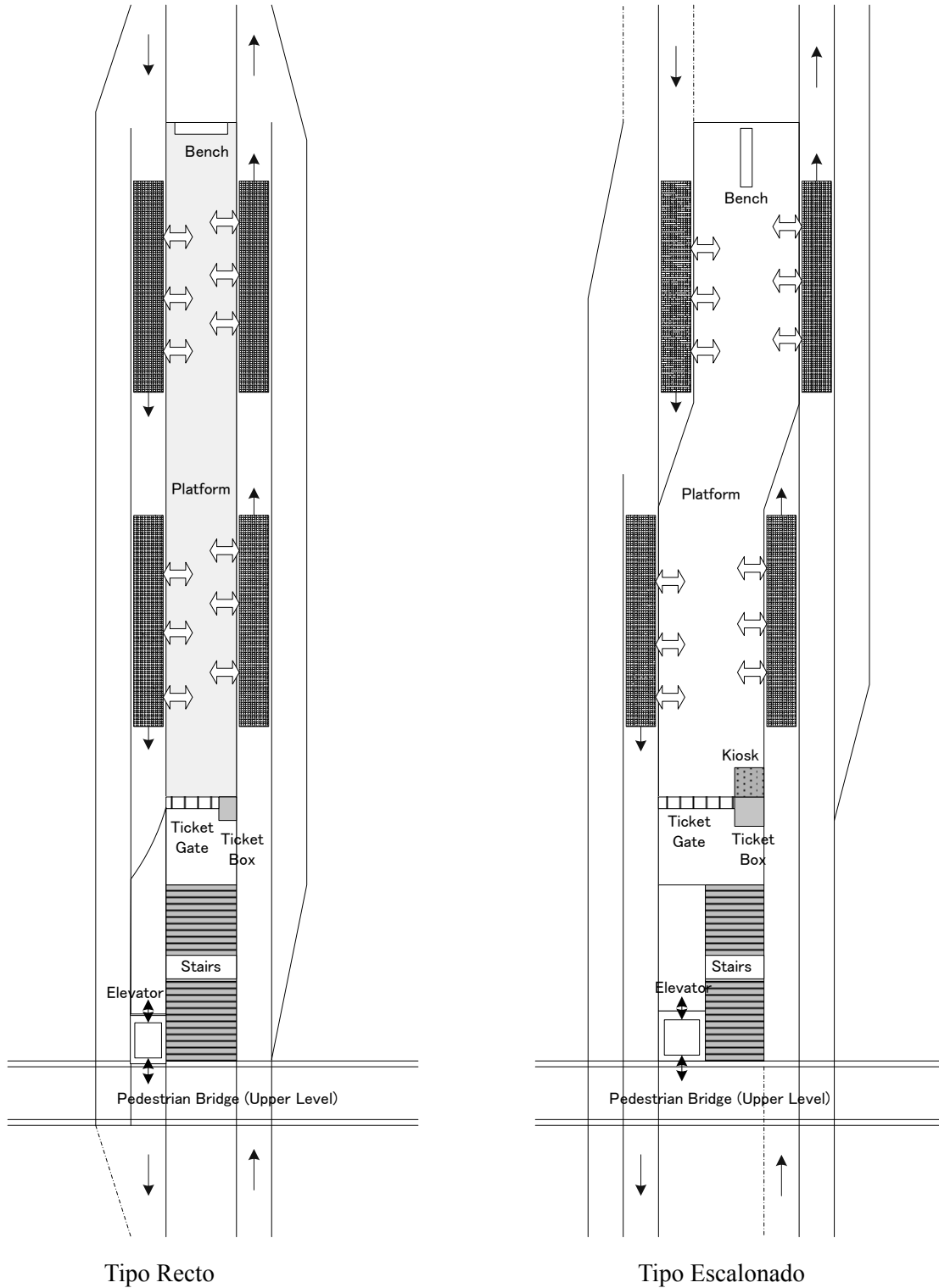


Figura 14.8-10 Plan Conceptual del Paradero de la Vía de Buses

## **14.9. ESTIMADOS DE COSTOS DE PROYECTOS DE BUSES TRONCALES**

### **14.9.1. CONDICIONES DE LA ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO**

El costo de cada uno de los 17 proyectos de buses troncales se estima en función a los costos de construcciones pasadas en el área del estudio y discusiones con contrapartes Peruanos. El costo de construcción del proyecto de buses troncales incluye la construcción de una vía de buses troncales con 2 carriles, sin el mejoramiento de las vías existentes. El costo de construcción de los proyectos de buses troncales incluye los siguientes ítems de construcción.

- a) Construcción de una vía de 2 carriles exclusiva para buses en el centro de la vía existente.
- b) Construcción de una intersección a desnivel con 2 carriles, sólo necesaria para la operación de buses troncales.
- c) Construcción de paradero de buses, pequeño terminal de buses, e instalaciones viales.
- d) Sin costo de construcción para el mejoramiento de las vías existentes, como la expansión de veredas y la superposición de la calzada vehicular.

El costo de construcción incluye costos directos de construcción, como costos de material, costos de mano de obra, y costos de maquinas de construcción, además de adquisición y compensación de tierras, y también incluye costos indirectos, como los costos administrativos y ganancias. El costo del proyecto está compuesto por los siguientes ítems.

- a) Costo de construcción (A)
- b) Costo de ingeniería ( $A*10\%$ )
- c) Costo de administración ( $A*10\%$ )
- d) Contingencia ( $A*15\%$ )
- e) Costo de adquisición de flotas de buses

El número de la flota de buses necesaria en 2025 se estima en función a la comparación entre la futura demanda de pasajeros en 2025 y la capacidad de transporte del bus articulado.

### **14.9.2. COSTO UNITARIO DE CADA ÍTEM DE TRABAJO**

El costo unitario de los principales ítems de trabajo se adopta en función a experiencias anteriores en proyectos similares en el área del estudio. El costo unitario adoptado de los principales ítems de trabajo se muestra en la Tabla 14.9-1.

Tabla 14.9-1 Costo Unitario de Principales Ítems de Trabajo

Ítems	Unidad	Costo Unitario US\$	Base de Cálculo
<b>1. Excavación</b>			
Asfalto/Concreto	m <sup>3</sup>	15.0	10.0m(2 líneas de ancho) x 0.5m(Profundidad de excavación) x Largo del Proyecto
Excavación/Llenado	m <sup>3</sup>	5.0	10.0m(2 líneas de ancho) x 0.6m(Profundidad de excavación) x Largo del Proyecto
<b>2.Pavimento</b>			
1)Calzada			
Asfalto t=10	m <sup>2</sup>	45.0	10.0m(2 líneas de ancho) x Largo del Proyecto
Capa Base t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	10.2m(2 líneas de ancho) x Largo del Proyecto
Capa Sub-base t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	10.4m(2 líneas de ancho) x Largo del Proyecto
2)Recubrimiento			
Asfalto t = 5	m <sup>2</sup>	25.0	2.0m(ancho) x Ambos lados x Largo del Proyecto
<b>3.Drenaje</b>			
U Concreto 0.30 x 0.30 m	m	50.0	Ambos lados x Largo del Proyecto
<b>4.Instalaciones</b>			
Plantación Mediana 2.5	m	12.0	Ambos lados de Vía de Buses Troncales x Largo del Proyecto
Vereda para Buses 3.0m	vol	13,000.0	Largo del Proyecto/1.0km x Ambos lados
Instalaciones de Paraderos de buses	vol	6,000.0	Largo del Proyecto/1.0km x Ambos lados
Alumbramiento	vol	2,400.0	Largo del Proyecto/20m
Señalización de Carriles	km	125.0	Largo del Proyecto/1.0km x Ambos lados
Señales de Tránsito	vol	60.0	Largo del Proyecto/500m x Ambos lados
<b>5.Intersección</b>			
A nivel señalizada	vol	120,000.0	Mejoramiento de la Intersección a Desnivel Existente (Nueva construcción de Señales y Pavimento para la Vía de Buses Troncales)
Paso Superior a Desnivel	vol	350,000.0	Mejoramiento de la Intersección Existente en el Paso Superior a Desnivel (Nueva construcción de Paradero de buses y pavimento para la Vía de Buses Troncales)
Intercambio	vol	600,000.0	Mejoramiento de la Intersección Existente del Intercambio (Nueva construcción de Paradero de buses y Pavimento para la Vía de Buses Troncales )
<b>6..Puente</b>			
Concreto 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0	Nueva construcción de Puente tipo Post tensión para la Vía de Buses Troncales ( 10.0m de ancho x Largo de Puente)
7.Terminal Interurbana de Buses Troncales	vol	1,000,000.0	Nueva construcción de Terminal de buses (sin compensación de tierras)
<b>Sub Total (A)</b>			
			Costo Directo = A
<b>Tarifa de Ingeniería (B)</b>			10%*(A)
<b>Administración (C)</b>			10%*(A)
<b>Contingencia (D)</b>			15%*(A)
<b>Costo Total del Proyecto</b>			A+B+C+D

### 14.9.3. COSTO DE CADA PROYECTO DE BUSES TRONCALES

El costo del proyecto se estima en función al costo unitario de los principales ítems de trabajo y cada característica de los proyectos. El costo del proyecto se estima por medio de dos clasificaciones en función a i) el costo de la infraestructura del proyecto y ii) el costo de la adquisición de buses articulados. El costo detallado de la construcción de infraestructura de cada proyecto de buses troncales se muestra en la Tabla 14.9-2 a la Tabla 14.9-7. El costo total de cada proyecto incluyendo el costo de infraestructura y el costo de la adquisición de buses articulados se resume en la Tabla 14.9-8.

Tabla 14.9-2 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av.Nestor Gambetta (22.55km)		Av.Panamericana Norte (23.90km)		Av.Universitaria Norte (7.27km)	
			Quantity		Quantity		Quantity	
<b>1.Site Clearing and Demolition</b>								
Residential	ha							
Field	ha							
<b>2.Excavation</b>								
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0	26,500.0	397,500	119,550.0	1,793.250		
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0						
Exc./ Fill	m <sup>3</sup>	5.0	36,780.0	183,900			43,620.0	218,100
Transported soil	m <sup>3</sup> /km							
<b>3.Embankment</b>								
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0						
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0						
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0						
<b>4.Pavement</b>								
<b>Carriageway</b>								
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	225,200.0	10,134,000	239,100.0	10,759,500	72,700.0	3,271,500
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	229,704.0	5,053,488	243,882.0	5,365,404	74,154.0	1,631,388
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	234,208.0	2,342,080	248,664.0	2,486,640	75,608.0	756,080
Overlay								
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0						
<b>Sidewalk</b>								
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0						
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0						
Plantation	m	7.0						
<b>5.Drainage</b>								
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	44,400.0	2,220,000	47,820.0	2,391,000	14,540.0	727,000
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0						
Pipe culvert o 300	m	50.0						
Pipe culvert o 600	m	90.0						
Pipe culvert o 1000	m	120.0						
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1,050.0						
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1,750.0						
Manhole H<6m	vol	2,000.0						
<b>6.Additional</b>								
Storm Sewage	m	20.0						
<b>7.Facilities</b>								
Median Plantation 2.5	m	12.0	44,600.0	535,200	47,820.0	573,840	14,540.0	174,480
Bus Sidewalk 2.5	vol	9,400.0						
Bus Sidewalk 3.0	vol	13,600.0	44.0	598,400	46.0	625,600	14.0	190,400
Bus stop facilities	vol	6,000.0	44.0	264,000	46.0	276,000	14.0	84,000
Guard Rail	m	200.0						
Lighting	vol	2,400.0	1,120.5	2,689,200	1,180.0	2,832,000	350.0	840,000
Lane Marking	km	125.0	44.2	5,525	47.2	5,900	14.0	1,750
Traffic Signs	vol	60.0	80.0	4,800	120.0	7,200	20.0	1,200
<b>8.Intersection</b>								
At-grade signalized	vol	120,000.0	10.0	1,200,000	5.0	600,000	6.0	720,000
Grade Separated Overpass	vol	350,000.0	1.0	350,000	20.0	7,000,000	4.0	1,400,000
Grade Separated Underpass	vol	220,000.0						
Interchange	vol	600,000.0	1.0	600,000				
<b>9.Bridge</b>								
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0	4,000.0	11,200,000	1,000.0	2,800,000		
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3,300.0						
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4,000.0						
200m<PC	m <sup>2</sup>	6,000.0						
<b>10.Tunel</b>								
Concrete Box Type	m	5,000.0						
<b>11.Walls</b>								
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0						
Concrete block Type H<7m	m	600.0						
12.Inter Urban Trunk Bus Termi	vol	1,000,000.0	2.0	2,000,000			1.0	1,000,000
<b>Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )</b>								
Engineering Fee 10%*(A)				3,977,809		3,751,633		1,101,590
Administration 10%*(A)				3,977,809		3,751,633		1,101,590
Contingancy 15%*(A)				5,966,714		5,627,450		1,652,385
Total				53,700,426		50,647,051		14,871,462

Tabla 14.9-3 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av.Canta Callao ( 9.13km )		Av.Universitaria ( 12.66km )		Av.Tomas Valle (2.84km )	
			Quantity		Quantity		Quantity	
<b>1.Site Cleaning and Demolition</b>								
Residential	ha							
Field	ha							
<b>2.Excavation</b>								
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0			35.000.0	525.000		
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0						
Exc./ Fill	m <sup>3</sup>	5.0	54.780.0	273.900	3.396.0	16.980	17.040.0	85.200
Transported soil	m <sup>3</sup> /km							
<b>3.Embankment</b>								
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0						
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0						
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0						
<b>4.Pavement</b>								
Carriageway								
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	91.300.0	4.108.500	126.600.0	5.697.000	28.400.0	1.278.000
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	93.126.0	2.048.772	129.132.0	2.840.904	28.968.0	637.296
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	94.952.0	949.520	131.664.0	1.316.640	29.536.0	295.360
Overlay								
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0			7.520.0	188.000		
Sidewalk								
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0						
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0						
Plantation	m	7.0						
<b>5.Drainage</b>								
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	18.260.0	913.000	25.320.0	1.266.000	5.680.0	284.000
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0						
Pipe culvert o 300	m	50.0						
Pipe culvert o 600	m	90.0						
Pipe culvert o 1000	m	120.0						
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1.050.0						
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1.750.0						
Manhole H<6m	vol	2.000.0						
<b>6.Additional</b>								
Storm Sewage	m	20.0						
<b>7.Facilities</b>								
Median Plantation 2.5	m	12.0	18.260.0	219.120	25.280.0	303.360	5.680.0	68.160
Bus Sidewalk 2.5	vol	9.400.0			4.0	37.600		
Bus Sidewalk 3.0	vol	13.600.0	18.0	244.800	22.0	299.200	6.0	81.600
Bus stop facilities	vol	6.000.0	18.0	108.000	26.0	156.000	6.0	36.000
Guard Rail	m	200.0						
Lighting	vol	2.400.0	455.0	1.092.000	633.0	1.519.200	150.0	360.000
Lane Marking	km	125.0	18.0	2.250	26.2	3.275	6.0	750
Traffic Signs	vol	60.0	40.0	2.400	35.0	2.100	5.0	300
<b>8.Intersection</b>								
At-grade signalized	vol	120.000.0	6.0	720.000	9.0	1.080.000	4.0	480.000
Grade Separated Overpass	vol	350.000.0	5.0	1.750.000	10.0	3.500.000	1.0	350.000
Grade Separated Underpass	vol	220.000.0						
Interchange	vol	600.000.0						
<b>9.Bridge</b>								
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2.800.0			2.000.0	5.600.000		
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3.300.0						
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4.000.0						
200m<PC	m <sup>2</sup>	6.000.0						
<b>10.Tunnel</b>								
Concrete Box Type	m	5.000.0						
<b>11.Walls</b>								
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0						
Concrete block Type H<7m	m	600.0						
<b>12.Inter Urban Trunk Bus Termi</b>								
	vol	1.000.000.0	1.0	1.000.000				
<b>Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )</b>								
				13.432.262		24.351.259		3.956.666
Engineering Fee 10%*(A)				1.343.226		2.435.126		395.667
Administration 10%*(A)				1.343.226		2.435.126		395.667
Contingancy 15%*(A)				2.014.839		3.652.689		593.500
Total				18.133.554		32.874.200		5.341.499

Tabla 14.9-4 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av.Elmer Faucett ( 8.81km )		Paseo de Republica ( 29.02km )		Procesos De La Independencia ( 11.23km	
			Quantity		Quantity		Quantity	
<b>1.Site Clearning and Demolition</b>								
Residential	ha							
Field	ha							
<b>2.Excavation</b>								
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0						
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0						
Exc./ Fill	m <sup>3</sup>	5.0	52,860.0	264,300	24,780.0	123,900	67,380.0	336,900
Transported soil	m <sup>3</sup> /km							
<b>3.Embankment</b>								
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0						
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0						
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0						
<b>4.Pavement</b>								
Carriageway								
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	88,100.0	3,964,500	41,300.0	1,858,500	112,300.0	5,053,500
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	89,862.0	1,976,964	42,126.0	926,772	114,546.0	2,520,012
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	91,624.0	916,240	42,952.0	429,520	116,792.0	1,167,920
Overlay								
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0						
Sidewalk								
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0						
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0						
Plantation	m	7.0						
<b>5.Drainage</b>								
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	17,620.0	881,000	8,260.0	413,000	22,460.0	1,123,000
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0						
Pipe culvert o 300	m	50.0						
Pipe culvert o 600	m	90.0						
Pipe culvert o 1000	m	120.0						
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1,050.0						
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1,750.0						
Manhole H<6m	vol	2,000.0						
<b>6.Additional</b>								
Storm Sewage	m	20.0						
<b>7.Facilities</b>								
Median Plantation 2.5	m	12.0	17,620.0	211,440	8,260.0	99,120	22,460.0	269,520
Bus Sidewalk 2.5	vol	9,400.0						
Bus Sidewalk 3.0	vol	13,600.0	18.0	244,800	8.0	108,800	22.0	299,200
Bus stop facilities	vol	6,000.0	18.0	108,000	8.0	48,000	22.0	132,000
Guard Rail	m	200.0						
Lighting	vol	2,400.0	450.0	1,080,000	206.5	495,600	561.5	1,347,600
Lane Marking	km	125.0	18.0	2,250	8.0	1,000	22.0	2,750
Traffic Signs	vol	60.0	40.0	2,400	20.0	1,200	40.0	2,400
<b>8.Intersection</b>								
At-grade signalized	vol	120,000.0	2.0	240,000	3.0	360,000	5.0	600,000
Grade Separated Overpass	vol	350,000.0	7.0	2,450,000	1.0	350,000	7.0	2,450,000
Grade Separated Underpass	vol	220,000.0						
Interchange	vol	600,000.0						
<b>9.Bridge</b>								
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0						
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3,300.0	2,000.0	6,600,000			500.0	1,650,000
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4,000.0						
200m<PC	m <sup>2</sup>	6,000.0						
<b>10.Tunel</b>								
Concrete Box Type	m	5,000.0						
<b>11.Walls</b>								
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0						
Concrete block Type H<7m	m	600.0						
<b>12.Inter Urban Trunk Bus Termi</b>	vol	1,000,000.0					1.0	1,000,000
Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )				18,941,894		115,135,412		17,954,802
Engineering Fee 10%*(A)				1,894,189		11,513,541		1,795,480
Administration 10%*(A)				1,894,189		11,513,541		1,795,480
Contingancy 15%*(A)				2,841,284		17,270,312		2,693,220
Total				25,571,557		155,432,806		24,238,983



Tabla 14.9-5 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av.Venezuela (9.05km)		Av.Brasil ( 4.84km )		Av.Javier Prado (21.07km)	
			Quantity		Quantity		Quantity	
<b>1.Site Cleaning and Demolition</b>								
Residential	ha							
Field	ha							
<b>2.Excavation</b>								
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0	18,500.0	277,500				
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0						
Exc./ Fill	m <sup>3</sup>	5.0	26,750.0	133,750				
Transported soil	m <sup>3</sup> /km							
<b>3.Embankment</b>								
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0						
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0						
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0						
<b>4.Pavement</b>								
Carriageway								
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	90,500.0	4,072,500				
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	92,310.0	2,030,820				
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	94,120.0	941,200				
Overlay								
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0						
Sidewalk								
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0						
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0						
Plantation	m	7.0						
<b>5.Drainage</b>								
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	18,100.0	905,000				
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0						
Pipe culvert o 300	m	50.0						
Pipe culvert o 600	m	90.0						
Pipe culvert o 1000	m	120.0						
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1,050.0						
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1,750.0						
Manhole H<6m	vol	2,000.0						
<b>6.Additional</b>								
Storm Sewage	m	20.0						
<b>7.Facilities</b>								
Median Plantation 2.5	m	12.0	18,100.0	217,200				
Bus Sidewalk 2.5	vol	9,400.0						
Bus Sidewalk 3.0	vol	13,600.0	18.0	244,800			40.0	544,000
Bus stop facilities	vol	6,000.0	18.0	108,000	10.0	60,000	40.0	240,000
Guard Rail	m	200.0						
Lighting	vol	2,400.0	452.5	1,086,000				
Lane Marking	km	125.0	18.6	2,325			42.0	5,250
Traffic Signs	vol	60.0	45.0	2,700			50.0	3,000
<b>8.Intersection</b>								
At-grade signalized	vol	120,000.0	8.0	960,000				
Grade Separated Overpass	vol	350,000.0	3.0	1,050,000	1.0	350,000	19.0	6,650,000
Grade Separated Underpass	vol	220,000.0						
Interchange	vol	600,000.0						
<b>9.Bridge</b>								
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0						
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3,300.0						
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4,000.0						
200m<PC	m <sup>2</sup>	6,000.0						
<b>10.Tunnel</b>								
Concrete Box Type	m	5,000.0						
<b>11.Walls</b>								
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0						
Concrete block Type H<7m	m	600.0						
<b>12.Inter Urban Trunk Bus Termi</b>								
	vol	1,000,000.0	1.0	1,000,000			1.0	1,000,000
<b>Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )</b>								
				13,031,795		410,000		8,442,250
Engineering Fee 10%*(A)				1,303,180		41,000		844,225
Administration 10%*(A)				1,303,180		41,000		844,225
Contingancy 15%*(A)				1,954,769		61,500		1,266,338
<b>Total</b>				<b>17,592,923</b>		<b>553,500</b>		<b>11,397,038</b>

Tabla 14.9-6 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av. Angamos ( 15.96km )		Av. Grau ( 2.27km )		Carretera Central ( 8.36km )	
			Quantity		Quantity		Quantity	
<b>1. Site Clearing and Demolition</b>								
Residential	ha							
Field	ha							
<b>2. Excavation</b>								
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0	79.800.0	1,197.000	11.350.0	170.250		
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0						
Exc. / Fill	m <sup>3</sup>	5.0					50,160.0	250.800
Transported soil	m <sup>3</sup> /km							
<b>3. Embankment</b>								
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0						
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0						
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0						
<b>4. Pavement</b>								
<b>Carriageway</b>								
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	159,600.0	7,182.000			83,600.0	3,762.000
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	162,792.0	3,581.424			85,272.0	1,875.984
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	165,984.0	1,659.840			86,944.0	869.440
Overlay	m <sup>2</sup>							
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0						
<b>Sidewalk</b>								
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0						
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0						
Plantation	m	7.0						
<b>5. Drainage</b>								
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	31,920.0	1,596.000			16,720.0	836.000
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0						
Pipe culvert o 300	m	50.0						
Pipe culvert o 600	m	90.0						
Pipe culvert o 1000	m	120.0						
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1,050.0						
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1,750.0						
Manhole H<6m	vol	2,000.0						
<b>6. Additional</b>								
Storm Sewage	m	20.0						
<b>7. Facilities</b>								
Median Plantation 2.5	m	12.0	31,920.0	383.040	4,540.0	54.480	16,720.0	200.640
Bus Sidewalk 2.5	vol	9,400.0						
Bus Sidewalk 3.0	vol	13,600.0	32.0	435.200	6.0	81.600	16.0	217.600
Bus stop facilities	vol	6,000.0	32.0	192.000	6.0	36.000	16.0	96.000
Guard Rail	m	200.0						
Lighting	vol	2,400.0	798.0	1,915.200			418.0	1,003.200
Lane Marking	km	125.0	32.0	4,000	6.0	750	16.0	2,000
Traffic Signs	vol	60.0	50.0	3,000	6.0	360	30.0	1,800
<b>8. Intersection</b>								
At-grade signalized	vol	120,000.0	6.0	720.000			4.0	480.000
Grade Separated Overpass	vol	350,000.0	5.0	1,750.000			7.0	2,450.000
Grade Separated Underpass	vol	220,000.0						
Interchange	vol	600,000.0						
<b>9. Bridge</b>								
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0						
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3,300.0						
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4,000.0						
200m<PC	m <sup>2</sup>	6,000.0						
<b>10. Tunnel</b>								
Concrete Box Type	m	5,000.0						
<b>11. Walls</b>								
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0						
Concrete block Type H<7m	m	600.0						
<b>12. Inter Urban Trunk Bus Termi</b>								
	vol	1,000,000.0						
<b>Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )</b>								
				20,618.704		20,010.107		12,045.464
Engineering Fee 10%*(A)				2,061.870		2,001.011		1,204.546
Administration 10%*(A)				2,061.870		2,001.011		1,204.546
Contingancy 15%*(A)				3,092.806		3,001.516		1,806.820
Total				27,835.250		27,013.644		16,261.376

Tabla 14.9-7 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Items	Unit	Unit Cost (US\$)	Av.La Molina (6.54km)		Av.Panamericana Sur (25.60km)	
			Quantity		Quantity	
<b>1.Site Cleaning and Demolition</b>						
Residential	ha					
Field	ha					
<b>2.Excavation</b>						
Asphalt / Concrete	m <sup>3</sup>	15.0				
Soil (Waste)	m <sup>3</sup>	3.0				
Exc./ Fill	m <sup>3</sup>	5.0	39,240.0	196,200	153,600.0	768,000
Transported soil	m <sup>3</sup> /km					
<b>3.Embankment</b>						
Borrowed Fill	m <sup>3</sup>	3.0				
Selected Material	m <sup>3</sup>	7.0				
Plantation	m <sup>2</sup>	4.0				
<b>4.Pavement</b>						
Carriageway						
Asphalt t = 10	m <sup>2</sup>	45.0	65,400.0	2,943,000	256,000.0	11,520,000
Base course t = 20	m <sup>2</sup>	22.0	66,708.0	1,467,576	261,120.0	5,744,640
Sub-base course t = 30	m <sup>2</sup>	10.0	68,016.0	680,160	266,240.0	2,662,400
Overlay						
Asphalt t = 5	m <sup>2</sup>	25.0				
Sidewalk						
Asphalt t=3cm	m <sup>2</sup>	20.0				
Base course t = 10	m <sup>2</sup>	10.0				
Plantation	m	7.0				
<b>5.Drainage</b>						
U Concrete 0.30 x 0.30 m	m	50.0	13,080.0	654,000	51,200.0	2,560,000
U Concrete 0.50 x 0.50 m	m	78.0				
Pipe culvert o 300	m	50.0				
Pipe culvert o 600	m	90.0				
Pipe culvert o 1000	m	120.0				
Box culvert 2.00 x 2.00 m	m	1,050.0				
Box culvert 3.00 x 3.00 m	m	1,750.0				
Manhole H<6m	vol	2,000.0				
<b>6.Additional</b>						
Storm Sewage	m	20.0				
<b>7.Facilities</b>						
Median Plantation 2.5	m	12.0	13,080.0	156,960	51,200.0	614,400
Bus Sidewalk 2.5	vol	9,400.0				
Bus Sidewalk 3.0	vol	13,600.0	12.0	163,200	50.0	680,000
Bus stop facilities	vol	6,000.0	12.0	72,000	50.0	300,000
Guard Rail	m	200.0				
Lighting	vol	2,400.0	327.0	784,800	1,280.0	3,072,000
Lane Marking	km	125.0	12.0	1,500	50.0	6,250
Traffic Signs	vol	60.0	10.0	600	100.0	6,000
<b>8.Intersection</b>						
At-grade signalized	vol	120,000.0	3.0	360,000		
Grade Separated Overpass	vol	350,000.0	1.0	350,000	14.0	4,900,000
Grade Separated Underpass	vol	220,000.0				
Interchange	vol	600,000.0			5.0	3,000,000
<b>9.Bridge</b>						
Concrete 5m <L<20m	m <sup>2</sup>	2,800.0			3,000.0	8,400,000
PC 20m <L<40m	m <sup>2</sup>	3,300.0				
40m<PC<200m	m <sup>2</sup>	4,000.0				
200m<PC	m <sup>2</sup>	6,000.0				
<b>10.Tunnel</b>						
Concrete Box Type	m	5,000.0				
<b>11.Walls</b>						
Concrete gravity Type H<5m	m	400.0				
Concrete block Type H<7m	m	600.0				
<b>12.Inter Urban Trunk Bus Termi</b>	vol	1,000,000.0				
Sub Total (Direct Cost+Indirect Cost= A )				7,829,996		44,233,690
Engineering Fee 10%*(A)				783,000		4,423,369
Administration 10%*(A)				783,000		4,423,369
Contingancy 15%*(A)				1,174,499		6,635,054
Total				10,570,495		59,715,482

Tabla 14.9-8 Costo de Construcción por Cada Proyecto de Buses Troncales

Project Number	Name of Trunk Bus Project	Section and Length		Infrastructure	Bus Fleet	Total
		Section	(km)	US\$ (Million)	US\$ (Million)	US\$ (Million)
BP-1	Av. Grau	Paseo de la Republica – Av. Independencia	2.27	27.01	5.39	32.40
BP-2	Paseo de la Republica	Pan. Sur – Av. Universitaria Norte	29.02	155.43	66.77	222.20
BP-3	Carretera Central	Av. Grau – Av. Haya de La Torre	8.36	16.26	19.25	35.51
BP-4	Av. Venezuela	Paseo de la Republica – Av. Grau	9.05	17.59	20.84	38.43
BP-5	Av. Brasil	Paseo de la Republica – Av. Angamos	4.84	0.55	11.14	11.70
BP-6	Av. Angamos	Av. La Marina – Av. Javier Prado	15.96	27.84	36.75	64.58
BP-7	Av. La Molina	Carretera Central	6.54	10.57	15.06	25.63
BP-8	Av. Universitaria	Av. La Marina – Panamericana Norte	12.66	32.87	29.15	62.02
BP-9	Av. Canta Callao	Av. Elmer Faucett – Av. Panamericana	9.13	18.13	25.68	43.81
BP-10	Av. Nestor Gambetta	Av. Argentina – Av. Pan Americana Norte	22.55	53.70	54.15	107.85
BP-11	Av. Javier Prado	Av. Elmer Faucett – Av. Carretera Central	21.07	11.40	48.51	59.91
BP-12	Av. Panamericana Norte	Cabueta – Ancon	23.90	50.65	55.03	105.67
BP-13	Av. Panamericana Sur	Paseo de la Republica – Av. Huaylas	25.60	59.72	58.94	118.66
BP-14	Av. Universitaria Norte	Metropolitana – Manuel Prado	7.27	14.87	16.74	31.61
BP-15	Av. Tomas Valle	Av. Nestor Gambetta – Av. Universitaria	2.84	5.34	6.54	11.88
BP-18	Terminal A		1 unit	3.00		3.00
BP-19	Terminal B		1 unit	3.00		3.00
BP-20	Terminal C		1 unit	3.00		3.00
Sub Total				510.92	469.94	980.86

\*Cost of Av.Grau trunk busway include construction cost of Av.Grau

CAPÍTULO 15  
Plan del Sector de Transporte  
Ferroviario

## 15. PLAN DEL SECTOR DE TRANSPORTE FERROVIARIO

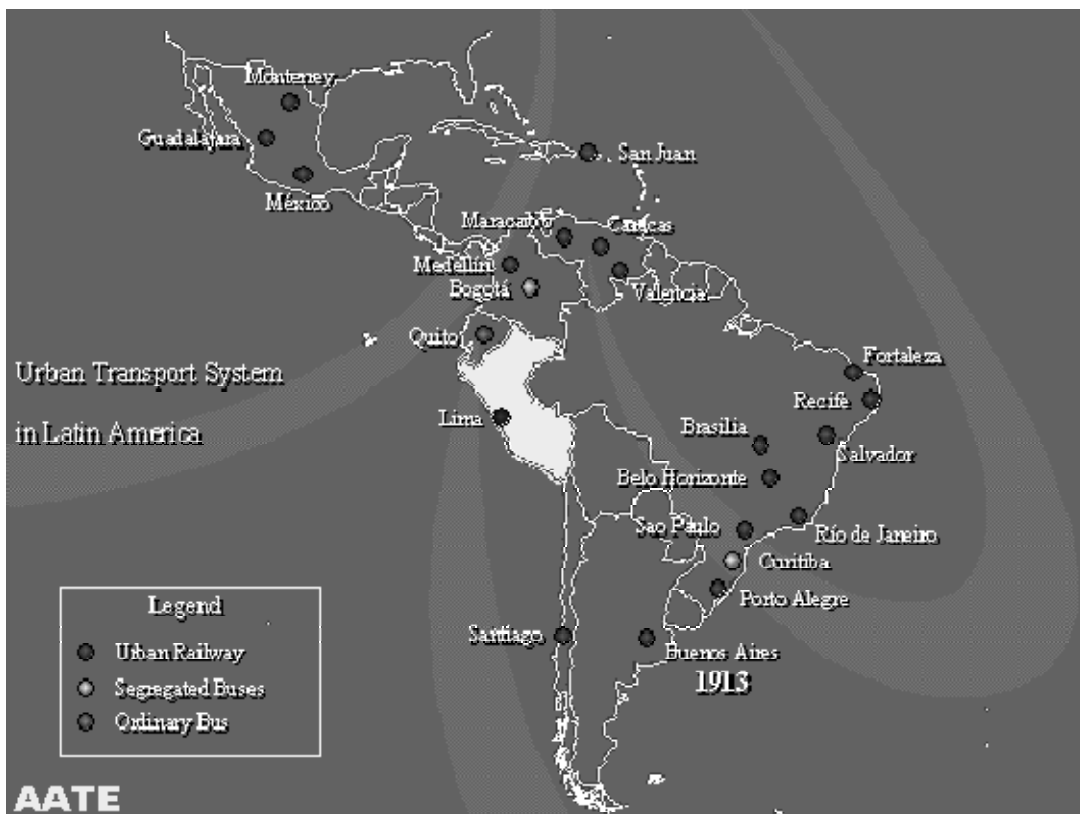
### 15.1. GENERAL

Esta sección describe la situación actual y el futuro programa de desarrollo del tren urbano en Lima y Callao. La Autoridad Autónoma del Tren Urbano (AATE), que tomó responsabilidad como la Autoridad Autónoma del proyecto de desarrollo ferroviario del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de la Municipalidad de Lima, tiene el objetivo de mejorar los crecientes problemas de tránsito en el área metropolitana.

### 15.2. CONSIDERACIÓN AMBIENTAL

#### 15.2.1. CONDICIONES DEL TREN URBANO EN AMÉRICA LATINA

La mayor parte de las capitales Latino Americanas se encuentran ubicadas en las costas del Océano Pacífico y Atlántico, y la mayoría de los países tienen su sistema de tren urbano como se muestra en la Figura 15.2-1. La Figura 15.2-2 muestra el largo actual del tren urbano en las áreas metropolitanas de Latino América.



Fuente: AATE

Figura 15.2-1 Sistema de Transporte Urbano en Latino América

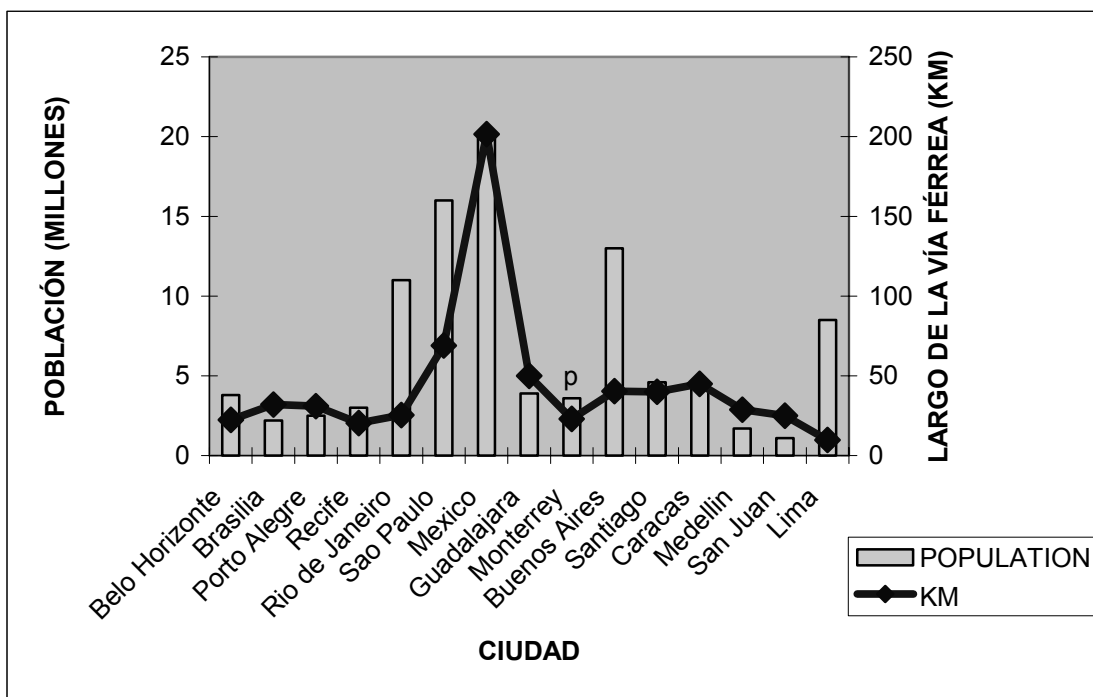


Figura 15.2-2 Comparación de la Población en el Área Urbana y Extensión de la Vía Férrea

El transporte urbano de tranvías comenzó en 1904 para conectar el centro de Lima y Callao (lado norte), Magdalena del Mar (lado central) y Chorrillos (lado sur), que incluía los distritos principales. Después de 60 años, desde 1965, esta operación se canceló debido a la congestión vial y se propuso un sistema alternativo, moderno, ferroviario de metro (Ordenanza Gubernamental 15786), sin embargo, el programa de construcción ferroviaria no ha avanzado hasta la fecha.

### 15.2.2. REQUERIMIENTO DEL DESARROLLO FERROVIARIO EN LIMA

El Protocolo de Kyoto en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que fue ratificado por Perú el 9 de Septiembre del 2002, por medio de la Resolución Legislativa N° 27824 y por virtud del cual los Estados están obligados a asegurar, individual o conjuntamente, que sus emisiones incrementales son antropogénicas, expresadas en dióxido del carbono equivalente.

Para poder ejecutar el compromiso asumido por el Perú, de reducir y resolver la contaminación ambiental del aire causada por la crisis en el sector, conlleva al establecimiento de medidas integrales, no sólo requeridas a nivel local, sino también a nivel nacional con la participación de diversos sectores públicos y privados, y de la sociedad civil con la determinación de estándares, límites máximos permisibles, la redefinición de impuestos, la implementación de revisiones técnicas, etc.

La introducción del tren urbano en el área metropolitana facilitará el uso de transporte masivo de energía eléctrica para el transporte de pasajeros, que producirá una reestructuración benéfica de la demanda de energía, ahorrando el actual consumo de petróleo y el consumo de esa energía.

## **15.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

### **15.3.1. CONDICIÓN NATURAL**

#### **(1) Geografía**

El Perú está dividido en tres regiones: el llano de la Costa, las montañas de los Andes, y la Selva Oriental. En el área costera, áreas angostas y áridas se unen con el Océano Pacífico hacia el oeste y los cerros de los Andes hacia el este; es la región con la mayor densidad poblacional.

La capital del país se encuentra ubicada en la costa central, en la mitad de los extremos norte y sur del territorio nacional. El área metropolitana está conformada por las ciudades de Lima y Callao, sede del puerto y aeropuerto principales del país.

#### **(2) Condiciones del Suelo**

Las condiciones del suelo para la estructura férrea del Metro de Lima, sujetas a este estudio, utilizarán los siguientes parámetros:

- a) La mayor parte de las áreas están ubicadas 1.5m encima del nivel natural del suelo, y en algunos otros casos se hallarán sobre material conglomerado.
- b) La capacidad de carga del suelo obtendrá consideraciones de más de 40 ton/m<sup>2</sup>; este valor es suficiente para soportar la construcción de una estructura viaducto y un edificio de estación elevada sin que sea necesario utilizar pilotes.

#### **(3) Condiciones Meteorológicas**

La precipitación promedio es de alrededor de 40mm/año, por lo tanto la profundidad subterránea es de 200m o menos. La construcción del cimiento no requiere tratamientos impermeables.

#### **(4) Condición Sísmica**

El Área del estudio está ubicada en el área sísmica del Pacífico Sur. Desde 1568 se han realizado estadísticas sobre los movimientos sísmicos en el área, y recientemente se ha realizado la observación instrumental con sismógrafos desde el año 1932. La evaluación de esta estadística, y la frecuencia de los terremotos, permiten estimar que en el Área del Estudio puede ocurrir un terremoto, no menor al grado VI de la escala modificada de intensidades de Mercalli, cada 12 años. Esta cifra se refiere a la frecuencia de los temblores registrados en este siglo. Terremotos hasta el grado IX se han registrado más o menos cada 130 años, desde 1568. No se ha verificado ningún epicentro en el Área Metropolitana durante este periodo. Todos los terremotos que se han sentido en Lima se originan en una gran falla paralela a la costa, a 60km dentro del mar.

Los grados de peligro sísmico para Lima, y sus diferentes estratos y áreas, se pueden clasificar en 8 clases diferentes, de acuerdo con la composición de los diferentes estratos:

- a) Rellenos artificiales, incluyendo depósitos de basura como, por ejemplo, a lo largo del río Rímac, en los distritos de San Martín de Porres y Rímac que constituyen las áreas de mayor riesgo sísmico.
- b) Áreas de deposición eólica, como en La Molina y otras áreas marginales al Sur-Este de Lima que son críticamente desfavorables en relación con terremotos.
- c) Áreas de fango saturado de marga, como en el Callao y Puente Piedra, igualmente son desfavorables en conexión con terremotos.
- d) Áreas de aluvión arenoso, como en el caso de Chorrillos, sísmicamente desfavorable.
- e) Áreas de contacto entre aluviones no consolidados y rocas sedimentarias o



intrusivas.

- f) Los cerros costeros, particularmente en las áreas de aluviones finos o rellenos artificiales.
- g) Depósitos aluviales de grava, con graduación dimensional razonable y seca.
- h) Piedras sedimentarias sólidas sin declives desfavorables, y piedras intrusivas, en general, sin desgaste crítico y sin surcos caídos.

Con relación a la “ola sísmica”, Callao y Bellavista, debido a su escaso nivel sobre el mar, son áreas susceptibles, y, por lo tanto, de alto riesgo. Esta área de Lima y Callao pertenece al área 3 de la zona sísmica como se muestra en la Tabla 15.3-1.

Tabla 15.3-1 Factor de Zona Sísmica

Área	Factor de Área Z(G)
3	0.4
2	0.3
1	0.14

### 15.3.2. CRITERIO DE DISEÑO

#### (1) Esquema de los Parámetros de Diseño

En la ejecución de la extensión de la Línea 1, en los aspectos relacionados con ingeniería, instalaciones civiles, oferta e instalación de equipos, material rodante, incluyendo equipo y partes auxiliares, y planeamiento de servicio, se debe considerar que la interfase existente entre la especificación técnica y los estándares actuales es la siguiente,

- 1) Velocidades
  - a) Velocidad máxima 90Km/h
  - b) Velocidad de viaje 80Km/h
- 2) Curvatura de Radio
  - a) Mínima curva horizontal aceptable: 200m
  - b) Mínima curva vertical aceptable: 3,000m
  - c) Mínima curva horizontal aceptable: 90m (en patio de depósito)

(Todas las curvas horizontales son transiciones espirales empalmadas)

#### 3) Gradientes

El perfil de la vía tiene un gradiente máximo de 3.5 % entre las estaciones, y su nivel (5%) en la estación. Todas las áreas de depósito en los patios de almacenaje también tienen 0%.

#### 4) Largos y anchos de las plataformas

La longitud de una formación de 6 vagones es 120m, incluyendo la longitud adicional. El ancho mínimo es 4.0m para el tipo de carril al costado y 8.0m para el tipo isla. Los elementos fijos deben mantener 2.5m del borde de la plataforma del carril al costado. La densidad de diseño de la plataforma es de 2.0 personas por metro cuadrado.

#### 5) Alto de la plataforma

El alto de la plataforma es 1.10m desde la parte superior del riel.

#### 6) Distancia entre el costado de la plataforma y la carrocería del coche.

La máxima distancia admisible entre el costado de la plataforma y la carrocería del coche debe ser 10.0cm.

#### 7) Dimensión del Vagón

---

Largo máximo de un tren de 6 coches: 107m

Ancho general: 2.85m

## **15.4. REGLAMENTOS FERROVIARIOS RELACIONADOS**

### **15.4.1. CONCEPTO BÁSICO PARA LA OPERACIÓN DE TRENES URBANOS**

Bajo el Artículo 23 de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Transporte Terrestre, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones requiere que AATE prepare el reglamento del transporte ferroviario en el área metropolitana. Las condiciones generales de los reglamentos se cubren para definir las reglas generales de la operación de trenes y los diferentes servicios conectados, además de los criterios de protección ambiental, la interconexión y compatibilidad de servicios y tecnologías relevantes.

#### **1) Competencias de la Organización**

El Servicio de Transporte Urbano atiende los requerimientos públicos y las demandas locales. Las agencias provinciales correspondientes relacionadas se encargan de las etapas de planeamiento, explotación y administración.

#### **2) Calidad del Servicio**

El servicio ferroviario brindado debe ofrecer un viaje seguro y cómodo con limpieza.

#### **3) Acceso y Egreso a/de Trenes**

La función de la estación será brindar el acceso y egreso fácil, por medio de corredores con servicios de información de emergencia y medidas distintas a casos de emergencia.

#### **4) Requerimientos Operacionales**

Los coches facilitarán suficiente iluminación y comodidad adecuada de acuerdo al nivel del servicio de pasajeros.

#### **5) Información Pública**

El sistema de información se mantendrá en buenas condiciones con claridad, y se instalarán señales de información dentro y fuera de la estación y los coches.

#### **6) Instalaciones y Equipos de las Actividades de las Estaciones**

Las estaciones se mantendrán debidamente limpias y tendrán las siguientes funciones:

- a) Oficina de boletos
- b) Señal informativa indicando los horarios de los trenes en cada dirección
- c) Panel de información con el nombre de la estación en la parte externa del edificio y plataformas
- d) Iluminación en las plataformas, corredores y escaleras
- e) Instalación de un servicio de telefonía pública
- f) Guía de indicación para el movimiento y evacuación en caso de emergencia
- g) Instalación de equipo contra incendio
- h) Sistema de anuncio de la Estación para la información a los usuarios
- i) Provisión de instalaciones para personas discapacitadas.

#### **7) Comunicación**

La cabina de manejo está requerida a tener la instalación de un sistema de comunicación para la operación de trenes, para garantizar una operación segura y eficiente.

#### **15.4.2. DERECHO DE PASO**

En muchos países extranjeros la adquisición de tierras para la construcción de líneas ferroviarias tiende a ser un problema social y afecta el cronograma de implementación del proyecto debido a los menores costos de compensación, plan de reasentamiento incompleto, etc. Sin embargo, el punto característico del plan de la red ferroviaria en Lima y Callao, incluyendo su área de vecindario, es que existe un plan para construir sobre las propiedades viales futuras y/o existentes. Las Municipalidades otorgaron la siguiente condición para la construcción de la extensión de la Línea 1 (etapa 1).

El Congreso de la República, (de acuerdo al artículo 188 de la Constitución Política del Perú, mediante la Ley N° 24565 dada el 30 de Octubre de 1986), le ha delegado al Poder Ejecutivo la facultad de dictar Decretos Legislativos por el término de 180 días para regular el establecimiento del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo para Lima y Callao, material del Decreto Supremo N° 001-86-MIPRE, a la cual se le ha dado fuerza de Ley.

Que las facultades delegadas de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior, se refieren al uso del derecho de paso de la vía pública y a la autoridad para ejecutar las expropiaciones necesarias que se requieren para la construcción de la infraestructura del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo para Lima y Callao.

Que es necesario expedir las normas específicas a las que se hace referencia en el artículo 2 literal b) de la Ley 24565 con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros, que ha dado el siguiente Decreto Legislativo:

- Artículo 1: Autorizar a la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial de Transporte Eléctrico Masivo para Lima y Callao (AATE), el uso del Derecho de Paso de la vía pública de acuerdo a los siguientes detalles indicados, que pueden comprometer a propiedades de uso privado, fiscal o público, con una vía de 18 metros de ancho de los cuales 8 metros son para el uso exclusivo de líneas, reservando los otros 10 metros para infraestructura probablemente requerida para la estación, de acuerdo a lo que se ha consignado en el Artículo 2.
- Artículo 2: Esta autorización incluye el uso de avenidas, calles, plazas, áreas verdes, medios del sistema vial y otras propiedades del estado o de la comunidad de uso público que son necesarias, además del uso del suelo y subsuelo ubicado dentro de los planos verticales de las esquinas de los límites de las áreas hasta donde sea útil. Cualquiera sea el caso, AATE coordinará con los Consejos Provinciales de Lima y Callao, la Dirección de Desarrollo Urbano y el Instituto Nacional de Cultura, las soluciones más adecuadas para los objetivos del tren urbano y el uso de aquellas propiedades preservadas como Patrimonio Monumental del Estado además de la optimización de áreas para el mejor uso de la vía.
- Artículo 3: AATE, ordenado por Resolución Suprema, puede especificar otras dimensiones que serán requeridas para el uso de la vía pública, previa coordinación con la Dirección de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Lima.
- Artículo 4: Este Decreto Legislativo será refrendado por el Ministro de la Presidencia, el Ministro de Transporte y Comunicaciones y el Ministro de Vivienda y Construcción.

#### **15.4.3. SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES FIJAS**

El mantenimiento de las instalaciones fijas generalmente se regula de la siguiente manera,

- a) Superestructura de la vía, en la línea principal y en el depósito
- b) Líneas eléctricas y subestaciones eléctricas

- c) Sistema de señales y automatización de distribución eléctrica
- d) Telecomunicaciones
- e) Equipo de la estación para el servicio a los pasajeros
- f) Equipo hidráulico
- g) Trabajos de construcción y estructura civil

El mantenimiento estará a cargo de equipos de personas que trabajarán a lo largo de la vía férrea y dentro de las instalaciones.

Cada instalación estará sujeta a una conservación particular; por lo tanto, es conveniente especificar la fase más importante, como por ejemplo el mantenimiento correspondiente a la superestructura de la vía férrea y a la línea eléctrica.

Para garantizar una buena preservación de las instalaciones ferroviarias, se tendrá que realizar una serie de operaciones, incluidas en la preservación común sistemática en el campo, que está basada en controles generales periódicos, y el pronóstico de dos fases características como la nivelación sistemática de la pista y la revisión general de la pista.

Normalmente, el ciclo de revisión tiene un periodo de cuatro años; por lo tanto, la línea se divide en cuatro zonas. Se realiza una revisión general en cada zona durante un año del periodo de cuatro años. A las partes que no están sujetas a revisión se les brinda una nivelación sistemática.

El mantenimiento de la instalación eléctrica es equivalente a una buena preservación de la línea de contacto y del circuito de retorno y la tierra de la línea.

## 15.5. CONDICIONES FERROVIARIAS EXISTENTES

### 15.5.1. CONDICIONES ESTÁNDAR

Se aplican estándares italianos a las dimensiones del ancho de la construcción, sin embargo, el corredor (alrededor de 60cm) de mantenimiento y protección no es un espacio para la reducción de costos de mantenimiento. Se recomienda examinar la provisión de este espacio para la siguiente etapa de la extensión. La condición general del criterio ferroviario se muestra en la Tabla 15.5-1.

Tabla 15.5-1 Condiciones Estándar

Ítems	AATE	Tokyo Metropolitan Railway
Ancho del Carril (mm)	1,435	1,435
Método de colección Actual	Línea Aérea	Línea Aérea
Fuente de Energía (V)	1,500 DC	1,500 DC
Largo del material rodante (m)	18.0	18.0
Ancho del material rodante (ancho x alto: mm)	2,850 x 3,470	2,850 x 3,886
Ancho de construcción (ancho x alto: mm)	3,200 x 4,750	3,200 x 4,800
Curvatura mínima del radio: (m)	200	160
Gradiente máximo: (mm)	35/1,000	35/1,000

Nota: AATE se encuentra actualmente analizando el ancho del material rodante y de la construcción para la introducción de estándares globales.

### 15.5.2. ESCALA DEL DEPÓSITO

#### (1) El Área del Depósito es 144,000 m<sup>2</sup> (para una capacidad de 220 vagones)

El espacio del depósito se diseñó para tener una capacidad de 220 vagones, 164 vagones para el intervalo de operación de 2 minutos para la operación planeada en 2040 y para el material

rodante de operaciones diarias de la Línea 1 y parte de otras líneas cuando se inicien las operaciones directas entre líneas.

## **(2) Función del Depósito**

La función principal del depósito es que sirve para los trabajos de mantenimiento y reparación del material rodante, carril, equipo eléctrico y mecánico como se menciona a continuación.

- a) Taller de mantenimiento e inspección  
El primer sector es para implementar un mantenimiento regular (mantenimiento preventivo y reparaciones menores) y la limpieza de los coches.  
El segundo sector es para implementar la revisión general y principales trabajos de reparación.
- b) Servicio de Mantenimiento Fijo de las Instalaciones de Edificios.  
Este trabajo comprende las instalaciones de servicio para el mantenimiento de instalaciones fijas, y también vestuarios y servicios sanitarios para el personal.
- c) Almacén General  
Hay un edificio principal para el Almacén General en la cual se ha construido una caja fuerte para la custodia de valores, además de la provisión del equipo necesario para su funcionamiento.

### **15.5.3. CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA FÉRREA EXISTENTE (LÍNEA 1)**

#### **(1) Historia de la Línea 1**

Se emitió el Decreto Supremo 001-86 MIPRE, declarando el establecimiento del proyecto como una necesidad pública y de interés social en 1986, con el propósito de dotar a la población y áreas distantes de alta densidad de Lima Metropolitana y Callao con una infraestructura de transporte para la rápida movilización de su población, creando a AATE como el responsable del planeamiento, coordinación, supervisión, control y ejecución del transporte urbano eléctrico, con una completa autonomía técnica, administrativa, económica y financiera.

En 1990, la construcción de la línea 1 de la línea del tren urbano había comenzado con el apoyo financiero del gobierno Italiano bajo la supervisión de AATE. La primera sección de 9.8 Km de Villa el Salvador ~ Atocongo, incluyendo un depósito en Villa El Salvador, se inició en 1993. El costo financiero está compuesto por US\$100 millones (Préstamo y donación del gobierno Italiano) y US\$ 114 millones (Gobierno Peruano). Sin embargo, la extensión de la sección restante se pospuso debido a la falta de apoyo financiero y el fin del gobierno que lo promovió.

#### **(2) Actividades Actuales del Proyecto de Extensión de la Línea**

La Municipalidad de Lima creó una entidad administrativa y ejecutiva relacionada con el Transporte en Febrero del 2003 (Ordenanza Municipal No.092) para resolver los problemas relacionados con el transporte urbano en el área metropolitana. Esta entidad, llamada el Comité de Transporte de Lima Metropolitana TRANSMET, integra las políticas relacionadas con el transporte realizadas anteriormente por varias instituciones de la Municipalidad.

La extensión de la línea 1 y línea 2 fueron seleccionadas como proyectos de implementación urgente. La selección de inversionistas para la Línea 1 se encuentra actualmente en progreso, y el estudio de factibilidad de la Línea 2 también se encuentra en progreso. Cuando se complete el contrato de concesión de la Línea 1, el personal que se encuentra trabajando en el campo será transferido al concesionario de la organización actual de AATE.

## **15.6. ESTRATEGIA BÁSICA DEL PLANEAMIENTO FERROVIARIO**

### **15.6.1. IMPACTO DEL TRANSPORTE DEL TREN URBANO**

Las áreas metropolitanas siempre han sido centros de actividades humanas, siendo centros manufactureros, comerciales, educacionales, culturales, y de otras actividades. En otros países usualmente el sistema rápido del tren urbano ha sido implementado considerando el planeamiento de la ciudad. El tren rápido tuvo un mejor tratamiento; por lo tanto, sus estaciones fueron utilizadas como puntos focales para la red de calles y para la convergencia del tránsito alimentador. A menudo se han construido varios complejos comerciales y de oficinas y otro uso de suelo intensivo alrededor de las estaciones, porque pueden calcular el tiempo por el uso del tren urbano rápido para sus propósitos de viaje. Por lo tanto, los sectores secundarios y terciarios están concentrados en el área de la estación de servicio como resultado del impacto del sistema del tren urbano.

El gran impacto que ha tenido el desarrollo del tren urbano en la civilización moderna también es evidente: la urbanización intensiva que se ha llevado a cabo en todos los países no hubiera sido posible sin un sistema de transporte moderno.

Los problemas a resolver por un sistema ferroviario son principalmente la consecuencia de varias deficiencias en el planeamiento, financiamiento y organización operacional del transporte urbano. Sin embargo, los desarrollos históricos muestran claramente que existe una gran independencia entre la calidad y el tipo de servicios de transporte por un lado, y la forma, tamaño y carácter urbano por otro lado. Generalmente, las municipalidades no han logrado entender el rol del transporte, específicamente en el caso del mal desarrollo de las políticas de transporte urbano.

Aunque la naturaleza de los problemas contemporáneos del transporte urbano varía entre las diferentes ciudades y países, sus causas generales tienen muchos elementos en común. Por ejemplo, la mayoría de las ciudades grandes en países en desarrollo sufren seriamente de una mala movilidad, contaminación, ruido, accidentes de tránsito diarios, y gastos económicos causados por una congestión de tránsito crónica. Esta condición es normalmente consecuencia de la falta de asegurar un nivel aceptable de servicio de transporte por medio de la separación de este modo del resto del tránsito.

### **15.6.2. CREACIÓN DE UNA RED INTEGRADA DE TRANSPORTE PÚBLICO**

Las estaciones de trenes sirven para proveer servicios de transporte, como la puerta principal de un área de estación de servicio y principal área de transporte y vida de actividades urbanas. Muchos ciudadanos realizan actividades que los obligan a realizar viajes diarios (negocio y/o colegio), trabajos del hogar, actividades de negocio y placer diarias, por medio de cada estación.

Actualmente, el transporte público depende principalmente de diferentes tipos de buses y taxis en Lima. Sin embargo, al considerar que la escala de Lima y el área metropolitana incluye al Callao y su área suburbana, se requiere desarrollar una red de transporte público más balanceada, no sólo una red integrada de trenes si no también una red alimentadora.

La Figura 15.6-1 muestra la relación entre las estaciones de tren y los paraderos de buses para crear una red integrada de transporte, la estación también debe estar equipada con garitas de boletos, una oficina de boletos y un bulevar en el segundo nivel para la separación a desnivel de pasajeros y vehículos.

El puente peatonal estará ubicado en el mismo segundo nivel, conectándose con cada nivel del cruce y una estación de vía de buses, si existe. La estación del tren debe ser desarrollada con una estación de vía de buses, terminal de buses, estacionamiento de bicicletas,

estacionamiento de vehículos, paraderos de taxis, edificio comercial e instalaciones culturales, etc.

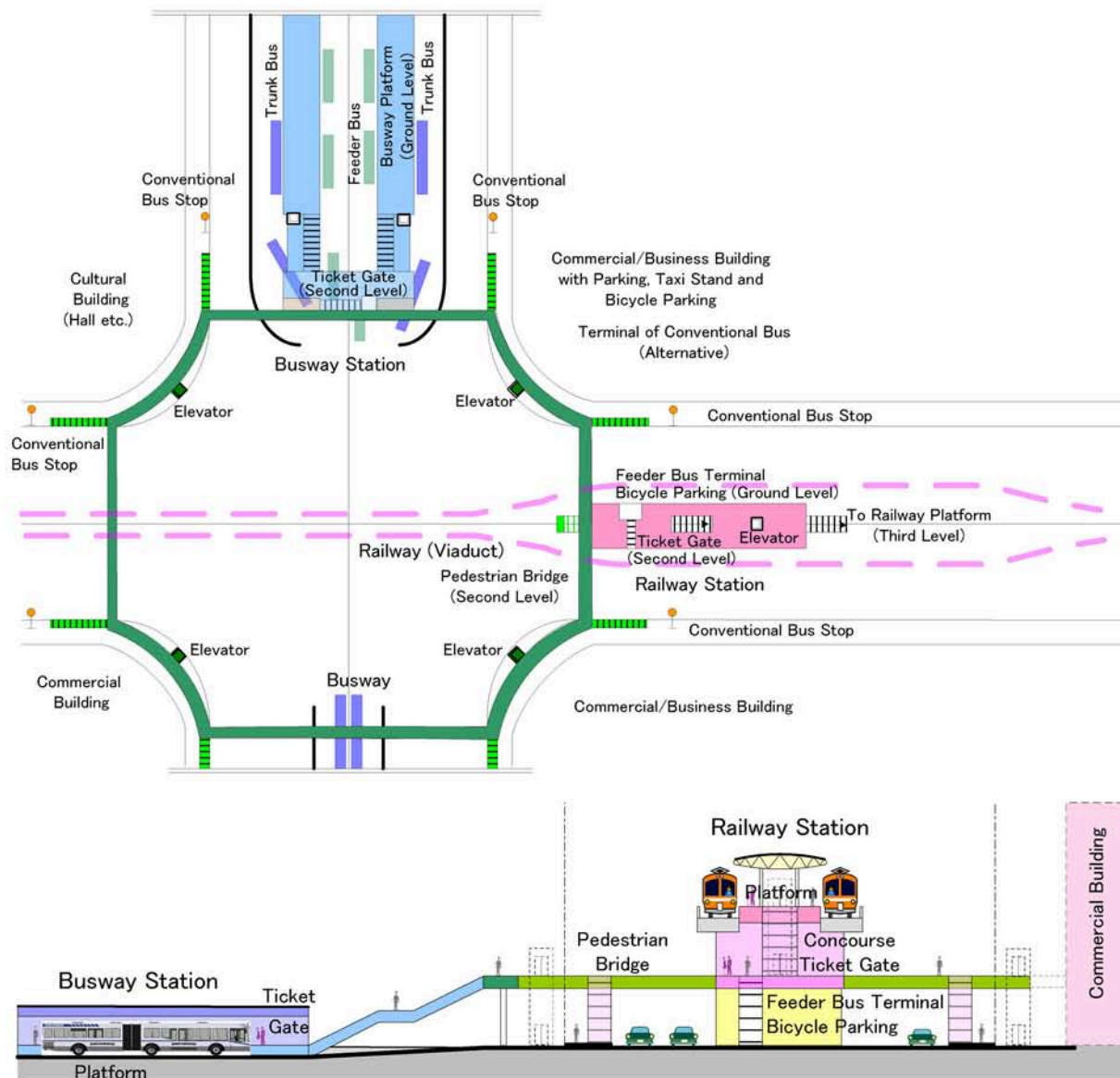
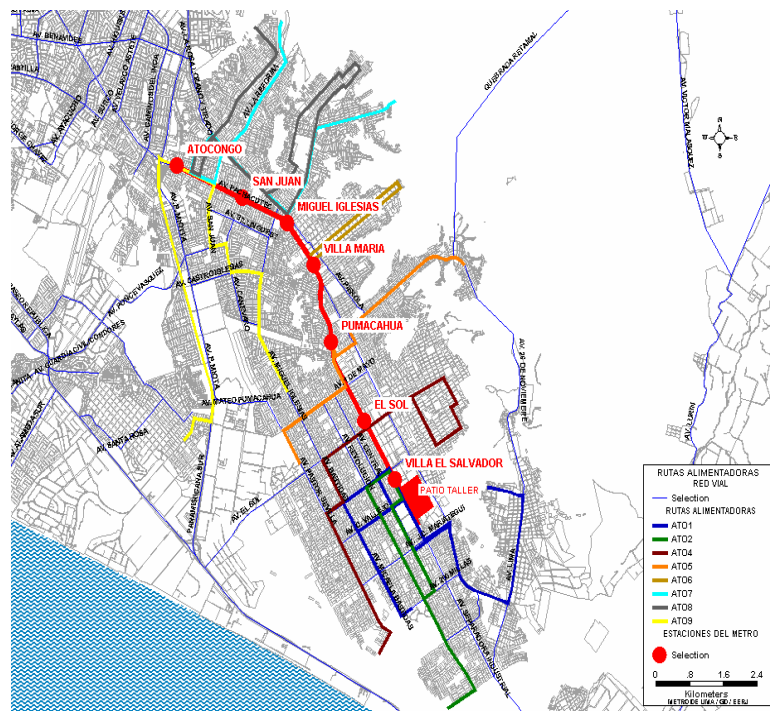


Figura 15.6-1 Plan Conceptual para la Conexión de la Estación del Tren y el Paradero de Buses

Además, para la expansión del área de la estación de servicio, se requiere brindar servicios alimentadores entre las estaciones y una conexión con el área aledaña. La Figura 15.6-2 muestra una idea básica del servicio alimentador.



Proporcionado por AATE

Figura 15.6-2 Opción de Servicio Alimentador

### 15.6.3. NEGOCIOS RELACIONADOS CON EL TREN

El establecimiento de negocios relacionados con el tren requiere un costo de inversión masivo en la etapa inicial para la construcción de las instalaciones del tren, como la estructura civil, señales y comunicación, y para la adquisición del material rodante con sus instalaciones de mantenimiento, etc. Además, cuando se inicie la operación del tren se van a requerir gastos de operación y mantenimiento del servicio de transporte. Sin embargo, es un plan impracticable establecer tarifas de transporte que corresponden a sus gastos. Por lo tanto, es necesario que las empresas de trenes amplíen sus negocios relacionados con el tren; es la tendencia política en el mundo de hoy. La idea básica se detalla a continuación.

El área alrededor de la estación obtendrá grandes beneficios de los usuarios del tren; por lo tanto, es necesario crear un nudo entre la estación del tren y su área aledaña.

- a) Reforzamiento de la función del intercambio de transporte
- b) Nivelación del servicio alimentador al área de la estación de servicio
- c) Creación de un plan de uso de suelo para el funcionamiento comercial y de negocios en el centro de la ciudad
- d) Plan de uso de suelo de viviendas a lo largo de los corredores de los trenes en el suburbio

En consideración de las características mencionadas anteriormente, se puede desarrollar negocios relacionados con el tren, no sólo dependiendo de los ingresos de las tarifas de pasajeros, sino también de los negocios relacionados con el tren como se menciona a continuación.

- 1) Negocio de transporte
  - a) Bus, taxi, alquiler de vehículos, etc.
- 2) Negocio inmobiliario
  - a) Desarrollo de residencias, edificios, negocios de ventas y alquiler, etc.



- 3) Negocio de distribución comercial
  - a) Tienda por departamento, tienda minorista y tiendas
- 4) Negocio de viajes y placer
  - a) Hotel, agencia de viajes
  - b) Parque de diversiones, cine-teatro, centro deportivo, etc.
- 5) Construcción y Fabricación
  - a) Civil, construcción, trabajos eléctricos, jardinería, trabajos de mantenimiento y reparación de vehículos, fabricación de muebles, etc.
- 6) Cultura
  - a) Escuela tecnológica, librería, museo, editora, etc.
- 7) Otro Servicio
  - a) Mantenimiento, guardia de seguridad, estacionamiento, etc.

#### 15.6.4. SUBVENCIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DEL TREN URBANO

El sistema de transporte público es la verdadera infraestructura de las actividades urbanas.

##### (1) Eficiencia de energía

La comparación de eficiencia de energía por modo de transporte por descarga de dióxido de carbono para coches privados es 7.5 ~ 9.0 veces mayor, y para buses ordinarios es 2.5 ~ 5.6 veces mayor que ferrocarriles pesados en Japón. Estos resultados influyen la contaminación ambiental. La Figura 15.6-3 muestra la descarga de dióxido de carbono.

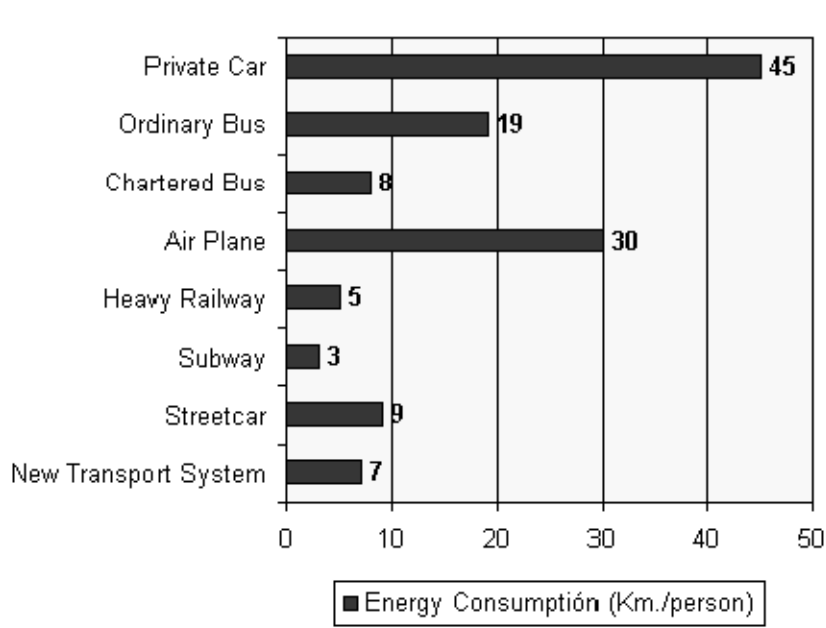


Figura 15.6-3 Unidad de Descarga de Dióxido de Carbono

##### (2) Ocupación de espacio

Para la comparación del ratio de ocupación en el área urbana, se calcula bajo el supuesto que el espacio es equivalente a carriles de tren dobles y dos carriles viales. La ocupación de la vía férrea es 16,000 pasajeros/hora/dirección, mientras que la ocupación vial es 650 personas/hora/dirección (sólo el uso de vehículos privados). Este resultado demuestra que el tren es más eficiente que los autos, especialmente en áreas urbanas de alta densidad.

### **(3) Ahorro de Gastos Diarios de Viaje**

El precio de la gasolina está aumentando en el mundo. El precio de la gasolina en Lima es aproximadamente 12~13 soles por galón, este precio es casi igual en Japón, bajo esta condición, este gasto está afectando los ingresos familiares, ya que el gasto del viaje diario es un gasto personal. Se asume que el costo promedio de viajes constituye alrededor del 15~20% de los gastos familiares.

### **(4) Características de Seguridad**

La seguridad es el punto más importante para el sistema de transporte masivo. La mayoría de las instalaciones ferroviarias son segregadas de otras instalaciones y controladas por diferentes tipos de dispositivos de seguridad, por lo tanto, la operación del tren proporciona un seguro y mejor servicio de transporte que otros modos de transporte.

El promedio de casos de accidentes ferroviarios reportados en un año es de 0.7~0.8 por un millón de kilómetros recorridos por tren en los últimos años. Aproximadamente 880 accidentes ocurren en toda las líneas de trenes en Japón durante un año. Esta cifra es equivalente casi al 0.09 de los accidentes de tránsito en las calles. La mitad de los siniestros ocurren en los cruces de las vías férreas, por lo tanto se está desarrollando la mejora del nivel de los cruces con el fin de reducir los accidentes en este punto y mantener un desarrollo puntual por medio del subsidio otorgado por el gobierno.

Aunque el transporte ferroviario tiene varias ventajas, no sólo el transporte urbano sino también las operaciones de distancias largas, el desarrollo y mejoramiento de los proyectos ferroviarios requiere grandes costos iniciales de inversión, por lo tanto, el gobierno del Japón brinda diversos tipos de subsidios para el desarrollo y mejoramiento del sistema ferroviario. La Tabla 15.6-1 muestra el sistema de subsidios en Japón.

Tabla 15.6-1 Sistema de Subvenciones en Japón

Tipo/método del subsidio	Organización operativa	Detalle del subsidio
Tipo del metro	Metro de Tokio Metro Municipal	70% del costo de construcción es financiado en partes iguales por el gobierno central y local en 10 años desde el primer año de construcción.
Tipo de nueva línea urbana	Corporación de desarrollo de nuevas viviendas, Municipal, Organización Pública, Tercer sector*	30% del costo de construcción es financiado en partes iguales por el gobierno central y local en 6 años desde el primer año de operación.
Mejoramiento de las instalaciones de trasbordo entre las líneas urbanas	Tercer sector	El 40% es financiado por el gobierno (1/10) y la municipalidad (1/10) para la reducción del trasbordo entre dos líneas.
Mejoramiento de la infraestructura del transporte metropolitano	JR	40% del costo de construcción será financiado en 10 años por el gobierno para el mejoramiento del transporte urbano diario disponible sólo en 14 ciudades principales.
Método de re-desarrollo del área cercana a la estación del tren	Tercer sector	El 40% del subsidio proporcionado por el gobierno y la municipalidad es para el mejoramiento del costo de renovación del área de la estación incluyendo el área de desarrollo del proyecto.
Subsidio de Continuidad de la elevación de vía	Privado, JR, Tercer sector	El 80 ~ 90% será financiado por el fondo de presupuesto para el mejoramiento de vías del gobierno y la municipalidad

\*Nota: El tercer sector es una compañía de joint venture que está conformada por el sector público y privado

La Tabla 15.6-2 también indica el subsidio de construcción y operación en otros países extranjeros. Dichos subsidios nacen de los juicios de beneficios sociales, en consideración de que los gastos alternativos son mayores que los subsidios a las vías férreas.

Tabla 15.6-2 Subsidios en Países Extranjeros

Nombre de las Ciudades		Porcentaje de Subsidios						
1	Paris	60%	Gobierno	40%	Firmas			
	Hamburgo	60%	Gobierno Federal	40%	Firmas			
	Munich	60%	Gobierno Federal	20%	Municipal, Estado	20%	Firmas	
	Estocolmo	95%	Gobierno	5%	Firmas			
	San Francisco	35%	Gobierno Federal	30%	Región	13%	Estado	22% Local
2	Paris	36%	Ingresos de tarifas	10%	Otros ingresos	13%	Local	41% Impuesto de Transporte Urbano
	Hamburgo	75%	Ingresos de tarifas	25%	Estado, Gob. Federal			
	Munich	50%	Ingresos de tarifas	50%	Ciudad			
	Estocolmo	41%	Ingresos de tarifas	59%	Impuesto de Transporte Público			
	San Francisco	42%	Ingresos de tarifas	7%	Otros ingresos	4%	Estado	47% Impuesto Especifico (Impuesto al Petróleo, VAT)

Nota: 1. Subsidio para gastos de construcción. 2. Subsidio para gastos de operación y mantenimiento

## 15.7. FUTURO PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TREN

### 15.7.1. PLAN DE LA RED DEL TREN

Se prepara el plan de la red del tren y el plan de la etapa de implementación haciendo referencia a los estudios y discutiendo y aprobando ideas con AATE. La línea del tren troncal para viajeros diarios propuesta está conformada por siete líneas cubriendo Lima y Callao metropolitana y su área aledaña. Este planeamiento de la red del tren sólo cubre el área metropolitana, sin embargo, es recomendable considerar la extensión al área suburbana como un sistema de operación de tren de mediana distancia en el futuro con la evaluación del movimiento de la demanda de pasajeros.

La función principal de cada línea se resume en la Tabla 15.7-1 y se muestra en la Figura 15.7-1.

Tabla 15.7-1 Características de la Línea

Línea	Característica
Línea 1	<u>Creación del corredor Norte-Sur (33.90 km)</u> El propósito de la línea es crear un corredor norte-sur que viaje a través de la ciudad empezando desde Villa El Salvador ~ Atocongo (sección existente) ~ Hospital 2 de Mayo (sección actual) y llegando a Bayóvar (sección planeada) en San Juan de Lurigancho.
Línea 2	<u>Creación del corredor Este-Oeste (29.00 km)</u> Esta línea conecta a Garibaldi, en el Callao, y Las Torres. Actualmente, se está implementando el estudio de factibilidad de servicios para viajeros diarios por medio del apoyo financiero del US TDA para el propósito de crear el corredor este-oeste.
Línea 3	<u>Creación de Operación Circular (28.10 km)</u> Esta línea pretende crear una operación circular que conecte a la línea 2, Garibaldi en el Callao y S. Industrial. El propósito principal de esta línea es la reducción de la congestión crónica del tránsito en la Av. Javier Prado.
Línea 4	<u>Reforzamiento del Corredor Ferroviario Norte (24.60 km)</u> Esta línea conecta a Faucett en San Miguel (se conecta con la Línea 3) y Carabaylo en el distrito de Comas pasando por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. El flujo del tránsito vial entre el distrito norte de Comas /Puente Piedra y el centro de la ciudad se reducirá por medio de la construcción de esta línea.
Línea 5	<u>Corredor Ferroviario Complementario para el Norte y Sur (26.60 km)</u> Esta línea que corre paralelo a la carretera Panamericana desde el distrito de Puente Piedra está ubicada al lado norte atraviesa el centro de la ciudad y llega hasta Atocongo con el uso de algunas secciones de la Línea 2 existente. Esta línea será construida cuando la operación de buses se paralice por la congestión del tránsito vial en esta ruta.
Línea 6	<u>Transporte Complementario para la Línea 2 Línea 3 (24.40 km)</u> La función de esta línea se propone como complementaria para ambas líneas y para la reducción de la congestión del tránsito en esta vía.
Línea 7	<u>Corredor Ferroviario Complementario para el Norte y Sur (24.2 km)</u> Se iniciará la construcción de esta línea cuando la capacidad del transporte de buses haya alcanzado su máxima capacidad.

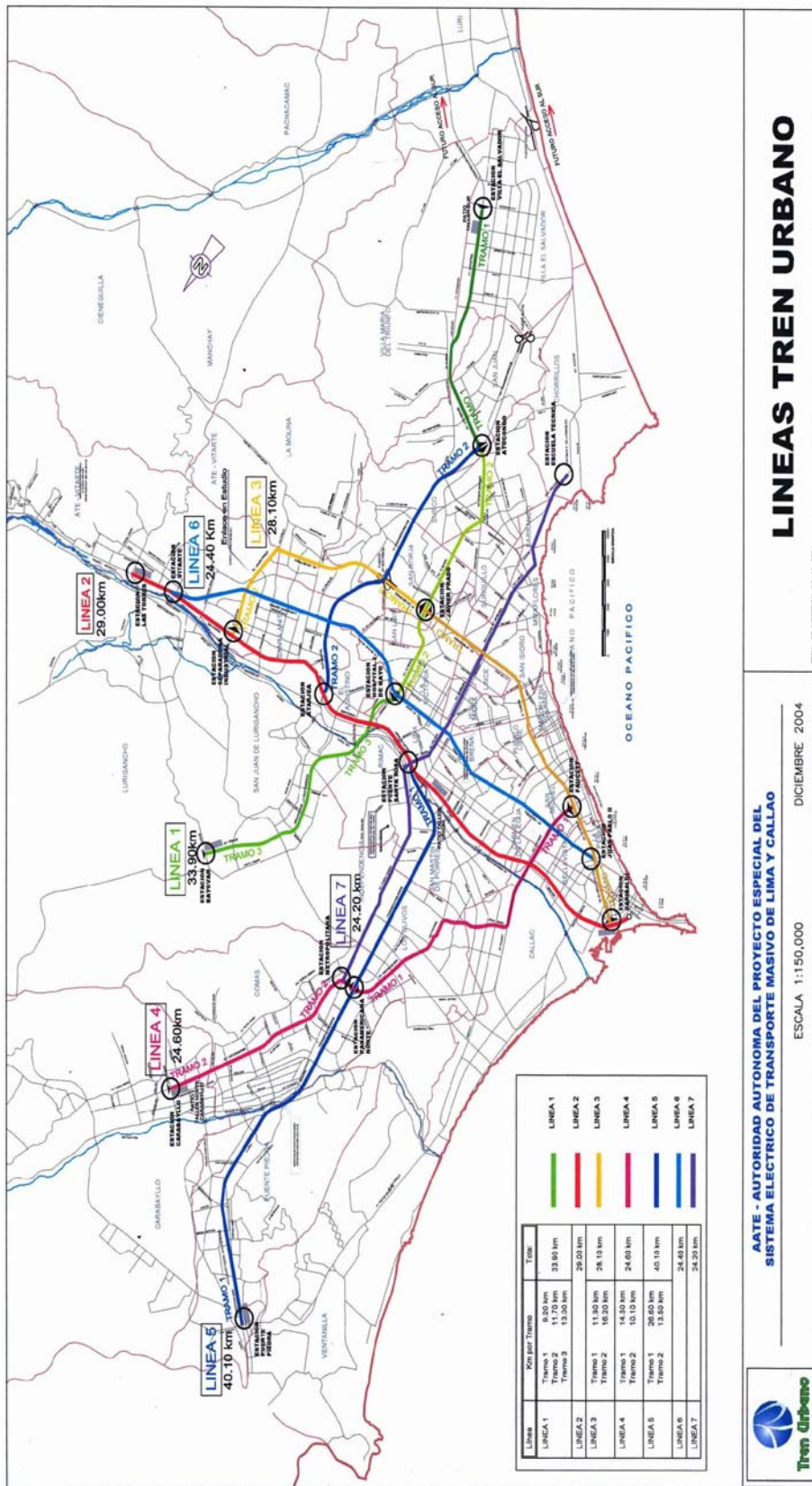


Figura 15.7-1 Líneas del Tren Urbano

### 15.7.2. PLAN DE DESARROLLO DE LA RED FERROVIARIA HASTA 2025

En el capítulo 12 de este reporte se examinaron un total de 15 alternativas de Red de Transporte en el Área de Estudio. Como resultado del examen, se seleccionó el Plan N de la Alternativa de la Red de Transporte. Este Plan-N está conformado por cuatro líneas ferroviarias, tales como la Línea 1 hasta la Línea 4 y 15 rutas de buses troncales.

Se ha propuesto que el plan de desarrollo de la red ferroviaria hasta el 2005 se realice desde la Línea 1 hasta la Línea 4 debido a la escala de costos de inversión de este plan maestro. Sin embargo, es necesario revisar el plan de inversiones en consideración de la demanda del transporte ferroviario y la política de transporte público. La Tabla 15.7-2 muestra el plan de construcción recomendado por etapas y la muestra la ubicación de cada línea.

Tabla 15.7-2 Plan de Desarrollo de Etapas

Línea	Sección
Línea 1	1 <sup>ra</sup> etapa: Construid (9.2 km) 2 <sup>da</sup> etapa: Atocongo - Hospital 2 de Mayo (11.7 km): En marcha 3 <sup>ra</sup> etapa: Hospital 2 de Mayo - Bayóvar (13.0 km)
Línea 2	Garibaldi – Las Torres (29.0 km)
Línea 3	1 <sup>ra</sup> etapa: Garibaldi - Javier Prado (16.2 km) 2 <sup>da</sup> etapa: Javier Prado - S. Industrial (11.9 km)
Línea 4	1 <sup>ra</sup> etapa: E. Faucett – Panamericana Norte (14.5 km) 2 <sup>da</sup> etapa: Panamericana Norte – Carabaylo (10.1 km)

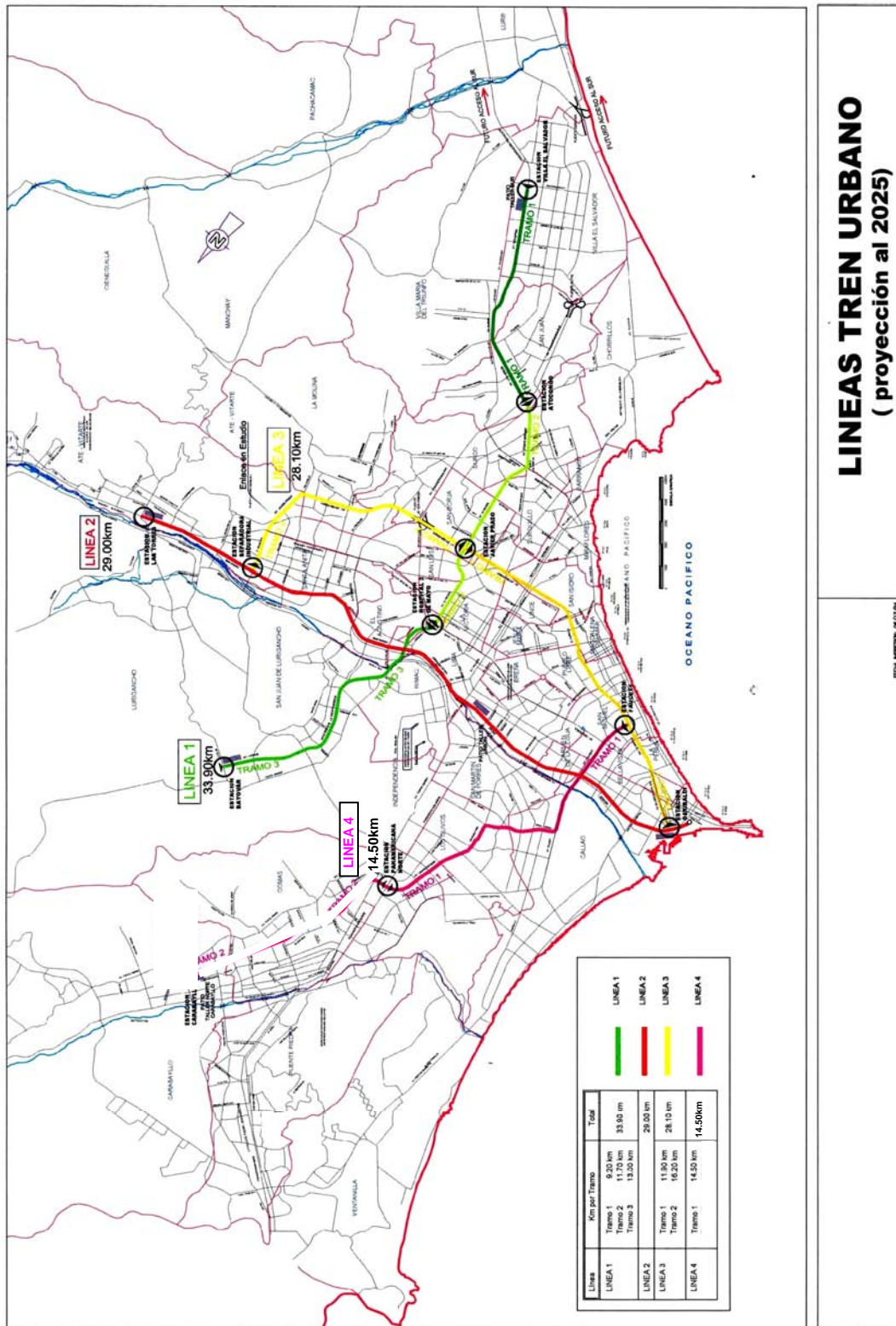


Figura 15.7-2 Red de Desarrollo Ferroviario hasta 2025

### 15.7.3. SISTEMA DE OPERACIÓN DEL DESARROLLO FERROVIARIO

El sistema de operación ferroviario se examina en función al Plan Alternativo-N de la Red de Transporte seleccionado en el Capítulo 19 de este informe. La red de transporte del Plan Alternativo-N está compuesta básicamente por cuatro (4) líneas ferroviarias y quince (15) líneas de buses troncales. El sistema de operación de buses troncales incluye el sistema de buses troncales, el sistema original de buses y el sistema de buses alimentadores.

#### (1) Sistema de Operación Ferroviaria

El principal sistema de transporte en el área del estudio estará compuesto por el transporte ferroviario, transporte de buses (como el transporte de ómnibus), transporte de microbuses, transporte de camionetas, y transporte de buses troncales, además del transporte privado. En la sección anterior, se recomienda el futuro sistema de operación de buses para conformar los sistemas de operación del bus original, bus alimentador y bus troncal.

En esta sección, se examina la relación entre el sistema de transporte ferroviario y los siguientes sistemas de transporte.

- Sistema ferroviario y sistema de buses actual
- Sistema ferroviario y sistema de buses alimentadores
- Sistema ferroviario y sistema de buses troncales
- Sistema ferroviario y sistema ferroviario

#### 1) Relación entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Actual

Como se muestra en la Figura 15.7-3, el bus actual opera de acuerdo a la demanda de los pasajeros de buses en las vías troncales, colectoras y locales actuales. Cuando opere el tren, se requerirá el siguiente sistema de operación ferroviaria para crear un sistema de transporte comprensivo efectivo, para mitigar la congestión del tránsito y para asegurar buenos aspectos ambientales en el Área del estudio.

- Las rutas de buses actuales, que operarán en la misma vía que la ruta ferroviaria, serán reubicadas a otras vías.
- Las rutas de buses actuales deben estar conectadas con la estación ferroviaria para asegurar el sistema de transporte comprensivo efectivo como se muestra en la Figura 15.7-4.
- Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el sistema ferroviario y los buses actuales en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar la transferencia fluida entre los dos sistemas.

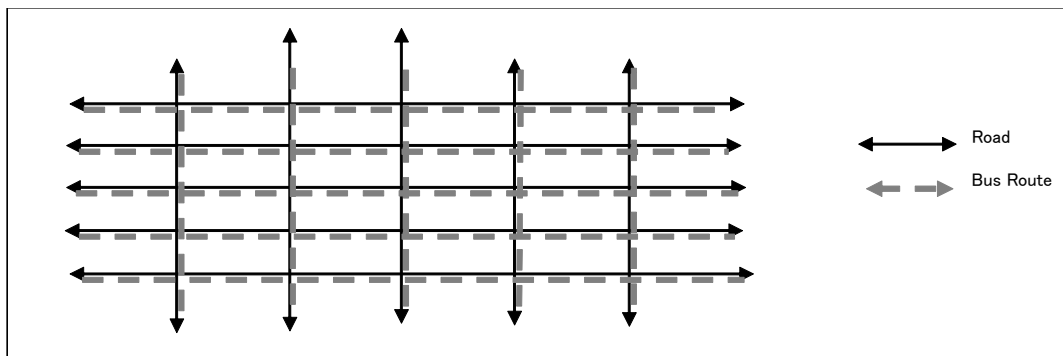


Figura 15.7-3 Sistema de Tránsito Actual



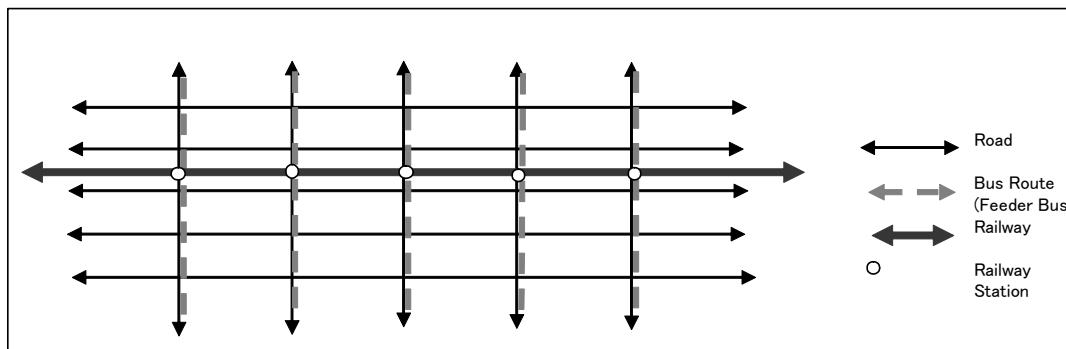


Figura 15.7-4 Relación entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses

### 2) Relación Entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Alimentadores

Los siguientes aspectos son necesarios para operar el transporte ferroviario y el transporte de buses alimentadores,

- El bus alimentador debe estar conectado con cada estación terminal ferroviaria para poder considerar la accesibilidad de los pasajeros como se muestra en la Figura 15.7-5.
- Las rutas de los buses alimentadores deben estar cubiertas con áreas de estaciones y terminales ferroviarias a su alrededor.
- El bus alimentador debe mantenerse como un sistema de transporte de apoyo del transporte ferroviario.
- Es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el tren y los buses alimentadores en las estaciones y terminales ferroviarias para asegurar una transferencia fluida entre los dos sistemas.

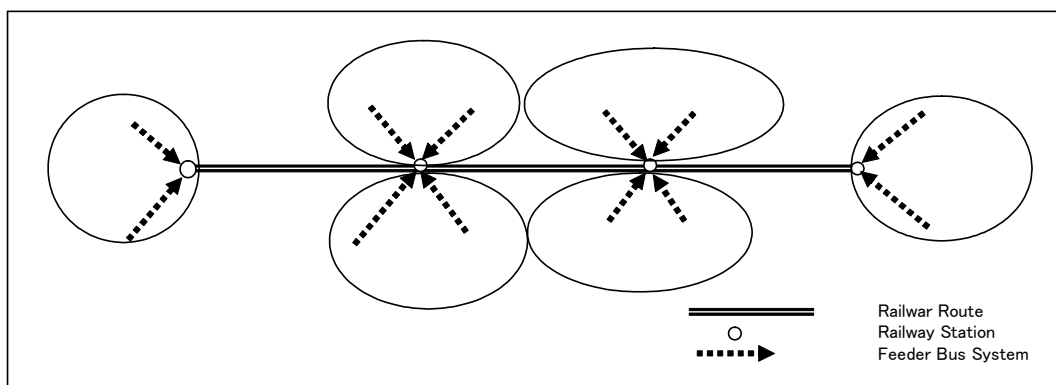


Figura 15.7-5 Relación entre el Sistema Ferroviario y el Bus Alimentador

### 3) Relación Entre el Sistema Ferroviario y el Sistema de Buses Troncales

Los siguientes aspectos son necesarios para operar el transporte ferroviario y el transporte de buses troncales,

- Las rutas de buses troncales no deben estar ubicadas en paralelo a las rutas ferroviarias.
- En el futuro, es necesario introducir el Sistema de Tarifas Integradas entre el sistema ferroviario y los buses troncales en las estaciones ferroviarias para asegurar una transferencia fluida entre los dos sistemas.

#### 4) Relación entre los Sistemas Ferroviarios

En el Plan a Largo Plazo, se recomiendan cuatro (4) líneas ferroviarias como la Línea-1, Línea-2, Línea-3, y Línea-4. La Línea-1 está conectada a la Línea-2 y la Línea-2 está conectada a la Línea-1, Línea-3, y Línea-4. Aun no se ha decidido la organización de la operación, sin embargo, el cambio de la línea ferroviaria debe introducirse por medio del Sistema Integrado.

#### (2) Demanda de Pasajeros Ferroviarios

La demanda de los pasajeros ferroviarios en hora pico en el 2025, por segmento en el proyecto, se presenta en la Tabla 15.7-3. El detalle de la metodología y el número de pasajeros se describen en el Capítulo 21 de este informe.

De la Tabla 15.7-3, se resaltan las siguientes características de los pasajeros.

- El porcentaje de pasajeros entrantes y salientes en el 2025 es aproximadamente 51% y 49% respectivamente.
- El mayor número de pasajeros en la hora pico en el 2025 se observa con 65,000 pasajeros en las áreas cercanas al Centro de Lima.
- El número de pasajeros en la hora pico en el 2025 desde San Juan de Lurigancho al Centro de Lima se estima en 59,000 personas.
- El mayor número de pasajeros en la hora pico en el 2025 (59,000) desde San Juan de Lurigancho al Centro de Lima claramente excede la capacidad de transporte del sistema de transporte de buses troncales.
- El mayor número de pasajeros en la hora pico en cada línea ferroviaria en el 2025 claramente excede la capacidad de transporte del sistema de transporte de buses troncales.

Tabla 15.7-3 Demanda de Pasajeros en los Proyectos de la Línea-1 a la Línea -4

Segmentos de la Ruta Ferroviaria	Demanda de Pasajeros en la Hora Pico en 2025	
	Entrante (personas / hora)	Saliente (personas / hora)
Línea-1 (1)	39,000	37,000
Línea-1 (2)	55,000	61,000
Línea-1 (3)	35,000	59,000
Línea-2	65,000	59,000
Línea-3 (1)	35,000	22,000
Línea-3 (2)	19,000	16,000
Línea-4	42,000	17,000

**(3) Capacidad del Transporte Ferroviario**

La capacidad del transporte ferroviario por hora y por dirección se calcula dependiendo de las siguientes condiciones de transporte.

- Cuantos pasajeros entran en un (1) vagón (tamaño del vagón).
- Cuantos vagones se requieren para un (1) tren (largo del tren).
- Cuantas veces se puede despachar un tren en una hora (frecuencia de operación).

En esta sección, se calcula la capacidad del transporte ferroviario por hora y por dirección en función a las diferentes condiciones de transporte. Los resultados del cálculo de la capacidad del transporte ferroviario se presentan en la Tabla 15.7-4.

En la Tabla 15.7-4, se identifican las siguientes capacidades del transporte.

- La capacidad de transporte se estima en 60,000 pasajeros por hora y por dirección en función a 250 personas por vagón, 10 vagones por tren y una frecuencia de operación de 2.5 minutos.
- Cuando se reduce el número de vagones por tren de 10 vagones a 6 vagones, se estima la capacidad de transporte en 36,000 pasajeros por hora y por dirección.
- Al introducir 15 vagones por tren, se puede aumentar la capacidad de transporte.
- Considerando el sistema de operación de trenes, los tiempos de carga y descarga del tren y la seguridad del transporte, una frecuencia de operación de 2.5 minutos puede ser el tiempo mínimo.

Tabla 15.7-4 Capacidad del Transporte Ferroviario en función a Diferentes Condiciones

Modo de Transporte	Número de Pasajeros por Vagón (Personas) (A)	Número de Vagones por Tren (Unidades) (B)	Número de Pasajeros por Tren (Personas) (A)*(B)=(C)	Frecuencia de Operación (Minutos) (D)	Tiempos de Operación por Hora (Tiempos) 60/(D)=(E)	Capacidad de Transporte por Hora y por Dirección (Personas) (C)*(E)=(F)
Transporte Ferroviario	250	10	2,500	2.5	24	60,000
				4	15	37,500
				6	10	25,000
				10	6	15,000
	250	8	2,000	2.5	24	48,000
				4	15	30,000
				6	10	20,000
				10	6	12,000
	250	6	1,500	2.5	24	36,000
				4	15	22,500
				6	10	15,000
				10	6	9,000

**(4) Frecuencia de Operación Ferroviaria**

La frecuencia de la operación ferroviaria se examina básicamente para compararla con el número estimado de pasajeros y la capacidad de transporte de cada condición de transporte mencionada anteriormente. Además, se debe considerar el tiempo del ciclo de operación de la línea ferroviaria. Como resultado de la evaluación de la frecuencia de operación, el resumen de la frecuencia de operación en la hora pico por línea ferroviaria se muestra en la Tabla 15.7-5.

Tabla 15.7-5 Resumen de la Frecuencia de Operación Ferroviaria en Hora Pico

Línea Ferroviaria Principal	Volumen Máximo (personas / hora / dirección)	Número de Vagones / Tren (Vagones)	Avance o Frecuencia (Minutos)	Comentarios
Línea-1	60,000	9	2.5	254 personas/vagon
Línea-2	68,000	9	2.5	270 personas/vagon
Línea-3	30,000	9	3.1	240 personas/vagon
Línea-4	20,000	9	4.6	220 personas/vagon

### (5) Estación y Terminal Ferroviaria

El transporte ferroviario en la estación y terminal ferroviaria está conectado por el transporte del bus troncal, bus alimentador y bus original y otros modos de transporte como caminar, transporte en bicicleta, taxis y transporte privado de pasajeros, para cambiar la red de transporte. Por lo tanto, muchos pasajeros se están dirigiendo a la estación y terminal ferroviaria. Considerando las actividades mencionadas anteriormente, la estación y el terminal funcionan como instalaciones muy importantes y deben requerir los siguientes espacios y funciones.

- a) Espacios de estacionamiento y trasbordo para bicicletas, taxis, carros y buses de pasajeros.
- b) Oficina de operación y espacio para equipos.
- c) Espacio abierto para los usuarios.
- d) Espacio de compras y espacio de descanso.
- e) Espacio para un hotel, si es posible.

Además, se deben realizar planes de desarrollo o planes de redesarrollo de centros comerciales de gran escala frente a estaciones y terminales para promover el número creciente de pasajeros del sistema ferroviario, para construir el sub-centro del área del estudio, y además crear una ciudad moderna.

#### 15.7.4. MODO DE TRANSPORTE ADECUADO (TREN PESADO / TREN LIVIANO)

##### (1) Definiciones y Características de los Modos de Transporte.

La red ferroviaria está preparada para la creación de servicios para viajeros diarios en el área metropolitana. Sin embargo, estudios previos propusieron Sistemas de Transporte de Trenes Livianos. En esta sección, trataremos de aclarar las definiciones y características del tren pesado y el tren liviano.

- a) Sistema Ferroviario Pesado  
Este sistema se llama el Sistema Urbano de Transporte Rápido, representa el modo de transporte óptimo para una línea de demanda de alta capacidad, y el sistema actual de la Línea 1 es introducido a este sistema. La operación está completamente segregada por el derecho de paso, sin ninguna interferencia. Una guía simple, tracción electrónica, y control de seguridad de la vía permiten la máxima velocidad posible con el debido espacio entre estaciones y permitido por la comodidad de los pasajeros, eficiencia de utilización de alta energía, alta confiabilidad, y seguridad virtualmente absoluta. El sistema de transporte masivo usualmente es elevado y/o en un túnel en un área urbana central, mientras que las estructuras aéreas, terraplenes, y algunas secciones a nivel son comunes para las áreas suburbanas y circundantes.
- b) Sistema de Transporte de Trenes Livianos

Este sistema consiste de vehículos propulsados por electricidad, de gran capacidad y silenciosos, con operación de viaje de alta calidad con aproximadamente 1 a 5 coches en formación de tren en un derecho de paso predominantemente separado. De acuerdo a sus características de funcionamiento/costo, TCL se ubica entre los modos de Tranvías y Vehículos Pesados. Actualmente se puede requerir vehículos TCL con bajo nivel y paso alto, sistemas de comunicación y atención al público además de un sistema de señalización cuando las frecuencias de operación sean pesadas. TCL opera substancialmente en el derecho de paso exclusivo, que algunas veces introduce estructuras separadas a desnivel. El modo de vehículos livianos se introduce con aumento en el transporte urbano como un modo de transporte complementario.

## (2) Selección de Modo con Comparación de Demanda

Se ha brindado el resultado del pronóstico de demanda en cada línea para el 2025. Para el planeamiento y estimación del N° requerido de juegos de trenes para la operación del tren, se introduce la condición de calculo, utilizando la siguiente hipótesis,

- Intervalo de operación del tren: intervalo de 2.5-minutos (El sistema actual de control de trenes de la Línea 1 está diseñado para tener un intervalo de 2.0 minutos; sin embargo, esta hipótesis introduce operación de rebote de factor de seguridad en la estación terminal).
- Actualmente se introduce 6 vagones para la máxima formación del tren pero es posible una formación de 9 vagones (160m) para corresponder a la futura demanda de transporte.

La Tabla 15.7-6 muestra la capacidad de transporte para el vehículo pesado y el vehículo liviano, la cual fue obtenida de AATE.

Tabla 15.7-6 Capacidad de Transporte

Capacidad de Transporte	Sistema de Carriles Pesados				Carril Liviano
	M1	M2	T	Total	
Capacidad (3 Vagones)	246	260	260	766	750
Un tren (6 Vagones)	492	520	520	1,532	1500
Un tren (9 Vagones)	738	780	780	2,298	No

Nota: No se ha efectuado el cálculo de la capacidad de formación de 9 vagones para el carril liviano debido a que no es usual en el mundo .

La Tabla 15.7-7 calcula el intervalo de la operación del tren del vehículo liviano para 3 vagones y 6 vagones.

Tabla 15.7-7Planeamiento Preliminar de Operación (LRS)

LRT	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4
Largo de la Ruta (Km)	33.9	29	28.1	24.6
Largo de Operación	67.8	58	56.2	49.2
N° de pasajeros en hora punta	61,000	65,000	35,000	42,000
No. de juegos de trenes ( 3 vagones)	82	87	49	56
Intervalo de Operación del Tren (minutos)	0.73	0.68	1.29	1.09
No. de juegos de trenes (6 vagones)	41	44	24	28
Intervalo de Operación del Tren	1.46	1.36	2.5	2.4

El resultado del cálculo para estimar los juegos de trenes requeridos, después del resultado del pronóstico de la demanda, indica que un sistema ferroviario liviano no es recomendable debido a su baja capacidad de transporte. El costo total de un sistema uniforme para cada línea es más económico porque los sistemas son compatibles entre sí.

### **15.7.5. PLANEAMIENTO DE LA OPERACIÓN**

Aunque el intervalo de operación diseñado técnicamente es de 2.0 minutos, se introduce un intervalo de 2.5 minutos para estimar el N° requerido de material rodante en consideración del tiempo requerido como un factor de seguridad en operaciones de rebote en ambas estaciones terminales. Sin embargo, se recomienda introducir un intervalo de por lo menos unos 15.0 a 10.0 minutos durante las horas pico en la etapa inicial para reducir los costos iniciales de inversión y brindar un requerimiento de máxima frecuencia de servicio para viajeros diarios.

Se considera que la red ferroviaria es creada como una función complementaria por medio de la coordinación de cada línea; por lo tanto, el cronograma de inversión de cada línea requerirá la reflexión de la demanda del transporte ferroviario. Adicionalmente, como una alternativa se recomienda introducir un tiempo flexible para la reducción del ratio pico, especialmente el tiempo de viaje matutino de los viajeros diarios.

Para la construcción de la Línea 1, la Etapa 1 ya introdujo la idea de obtener vagones de segunda mano para reducir los costos totales de inversión. Es recomendable, ya que la proporción del costo de los vagones será un alto porcentaje del costo total de inversión; algunos países ya han introducido esta idea para continuar con los servicios de transporte sobre rieles para viajeros diarios, como Buenos Aires, en Argentina.

### **15.8. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE REDES**

#### **15.8.1. DESCRIPCIÓN DE CADA RED FERROVIARIA**

La Tabla 15.8-1 a Tabla 15.8-6 muestran la descripción del proyecto para cada línea.

La Figura 15.8-1 hasta la Figura 15.8-4 muestra la ubicación de la línea férrea.

#### **15.8.2. COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO**

El método de construcción, especialmente los trabajos civiles, influyen en la estimación del costo del proyecto, sin embargo, la estimación de costos de este Plan Maestro está basada principalmente en el plan de inversiones de AATE. Por lo tanto, es necesario revisar el método de construcción de acuerdo con las condiciones del lugar y con el futuro plan de desarrollo del área.

El precio unitario para cada ítem de trabajo está basado en la experiencia anterior de AATE con respecto a la Línea 1 ferroviaria existente, además de varios estudios previos con el uso actualizado de las escalas de precios. Los costos de construcción se dividen en partidas extranjeras y partidas locales.

(1) Costo Directo

Los costos de construcción incluyen los siguientes ítems

- a) Maquinaria de construcción
- b) Costo de mano de obra
- c) Costo de materiales

(2) Costo Indirecto

- a) Costo indirecto estimado para lo siguiente:
- b) Contingencia : Costo directo x 15 %
- c) Costo de administración: Costo directo x 10%
- d) Ingeniería : Costo directo x 10%

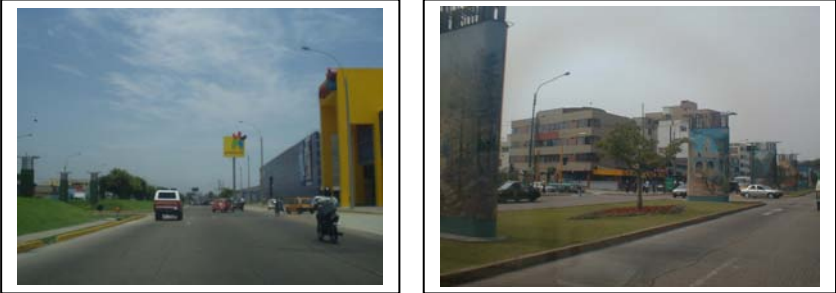
(3) Partidas Extranjeras y Locales

La partida extranjera es asumida como un precio CIF, sin IGV incluyendo el costo

del transporte terrestre al lugar, y la porción local incluye los materiales y maquinaria/equipos, con IGV.

El costo unitario adoptado de cada ítem de trabajo se muestra en la Tabla 15.8-7, y el costo de cada proyecto ferroviario se muestra en la Tabla 15.8-8 respectivamente.

Tabla 15.8-1 Resumen del Proyecto (Línea 1: Etapa 2)



1.Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Construcción de la extensión de la Línea No.1 (Etapa 2) (2) Fase: Proyecto a Corto Plazo (~2010)
2.Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: Atocongo – Hospital 2 de Mayo (2) No. de Vínculo del Mapa: Línea 1 Tramo 2 (3) Longitud del Proyecto: 11.7 Km con 9 estaciones (4) Foto del Lugar: 
3.Eschema del Proyecto y su Avance	(1) Resumen: Creación del Corredor ferroviario Norte-Sur con conexión a la línea existente. (2) Varios Estudios Previos: Línea 1 de Extensión del Tren Urbano desde Atocongo hasta Av. Grau (2003 AATE)
4.Tipo de Estructura	Riel continuo elevado con 9 estaciones, Electrificado, Doble Riel No se requiere la adquisición de tierras debido al uso del medio de la vía.
5.Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 355,400,000 (2) Estructura: US\$ 81,400,000 (3) E/M: US\$ 51,100,000 (4) Depósito: Ningún gasto (Uso del depósito existente) (5) Material Rodante: US\$ 222,900,000 (6) Costo de Inversión Adicional: No (7) Costo O/M: US\$ 15,000,000/año
6.Prioridad de Implementación	Este proyecto se encuentra en el Proyecto TRANSMET como un proyecto de implementación urgente. Se encuentra bajo negociación con el Gobierno Español para una provisión de préstamo.
7.Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora actualmente 55,000 Pax/hora en el futuro. La vida promedio del proyecto es 30 años de material rodante, 40 años de estructura.
8.Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: Concesionario, propiedad de la municipalidad.
9. Recursos Financieros	Concesión en marcha
10. Ventaja de este Proyecto	Este proyecto intenta mejorar la actual congestión del tránsito entre el centro de la ciudad y la dirección sur con la creación del corredor ferroviario Norte-Sur, especialmente en el distrito de San Juan de Miraflores y el centro de la ciudad, y brindando un menor tiempo de viaje. Los principales beneficios del proyecto son los siguientes: a. Ahorro de Tiempo de Viaje: 38 millones de horas/año b. Ahorro de CDM (CO2): 725 toneladas/año (US\$ 5.8 millones) c. Renovación de la Estructura Urbana d. Reducción de accidentes de tránsito e. Trabajos de ayuda al desempleo durante construcción

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

IGV (19%) se aplica a la Porción Local.



Tabla 15.8-2 Resumen del Proyecto (Línea 1: Etapa 3)

1. Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Extensión de la Línea 1 (Etapa 3) (2) Fase: Proyecto a Corto Plazo (~2010)
2. Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: Hospital 2 de Mayo ~ Bayóvar (2) No. de Vínculo de Mapa: Línea 1 Tramo 3 (3) Longitud del Proyecto: 13.00 Km con 10 estaciones (4) Foto del Lugar:  <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
3. Esquema del Proyecto y su Avance	(1) Resumen: Término del Corredor ferroviario Norte-Sur. (2) Varios Estudios Previos: Estudio Preliminar de AATE
4. Tipo de Estructura	Puente sobre el río Rímac, Electrificado, Doble riel, Nivel Principal parcialmente elevado Se requiere una parte de adquisición de tierras en la Av. Locumba y otra esquina, y en el acceso al depósito en la Estación Terminal en San Juan de Lurigancho, pero la construcción del depósito se ha planeado en terrenos de propiedad de la Municipalidad.
5. Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 328,900,000 (2) Estructura: US\$ 39,800,000 (3) E/M: US\$ 65,000,000 (4) Depósito & Material Rodante US\$ 224,100,000 (5) Costo de Inversión Adicional: No (6) Costo O/M US\$ 9,900,000/año
6. Prioridad de Implementación	(1) Cronograma de Implementación ~2010 (2) Etapa de Planeamiento
7. Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora en la etapa inicial, 55,000 Pax/hora para el futuro. La vida promedio del proyecto es 30-40 años
8. Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: Concesionario, pero la Municipalidad mantiene la propiedad de esta línea
9. Recursos Financieros	
10. Ventaja de este Proyecto	El propósito de esta línea es completar la creación del corredor ferroviario Norte-Sur y brindar la revitalización económica al área de servicios ferroviarios. Los impactos del servicio ferroviario, que conectan al Norte-Sur de la ciudad, son particularmente importantes para la creación de un gran sistema de transporte masivo, no sólo para el servicio para pasajeros diarios sino también para los viajes de negocio.

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

IGV (19%) se aplica a la Porción Local.

## Line 1 : Creation of North-South Carridor

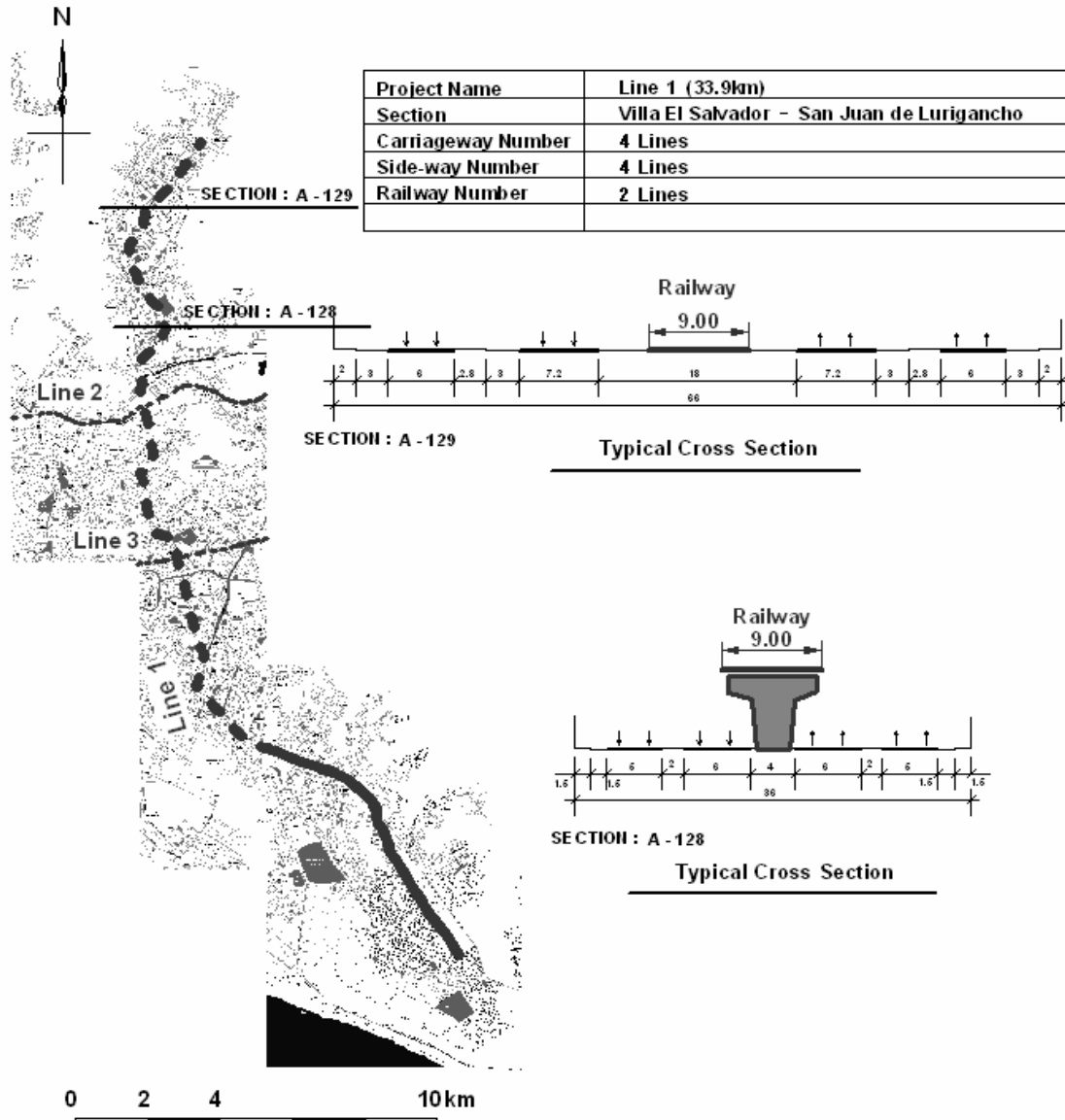



Figura 15.8-1 Ubicación de la Línea Férrea - 1

Tabla 15.8-3 Resumen del Proyecto (Línea 2)

1. Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Línea 2 (2) Fase: Proyecto a Corto Plazo (~2015)
2. Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: Garibaldi – Las Torres (2) No. de Vínculo de Mapa: Línea 2 (3) Longitud del Proyecto: 29.0 Km con 18 estaciones (4) Foto del Lugar: 
3. Esquema del Proyecto y su Avance	(1) Propósito: Creación del Corredor Ferroviario Este-Oeste (2) Estudio de factibilidad sobre el Proyecto del Tren Urbano en Lima (En marcha)
4. Tipo de Estructura	A nivel, doble riel con instalación de Señalización/Telecomunicaciones, y Depósito (Adquisición de Tierras): Uso del Derecho de Paso existente
5. Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 660,700,000 (2) Estructura: US\$ 72,200,000 (3) E/M: US\$ 123,700,000 (4) Depósito & Material Rodante: US\$ 464,800,000 (5) Costo de Inversión Adicional (~2025): No
6. Prioridad de Implementación	La creación del corredor ferroviario Este-Oeste es urgente, nominado por el Proyecto TRANSMET.
7. Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora en la etapa inicial, 55,000 Pax/hora para el futuro. La vida promedio del proyecto es 30-40 años
8. Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: Concesionario, la Municipalidad mantiene la propiedad de esta línea.
9. Recursos Financieros	Concesión u otro.
10. Ventaja de este Proyecto	El propósito de esta línea es de brindar servicios de transporte ferroviario para el corredor Este-Oeste a lo largo del río Rímac reduciendo la gran congestión del tránsito en las vías durante las horas de la mañana y la tarde, especialmente en Vitarte.

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

IGV (19%) se aplica a la Porción Local.

## Line 2 : Creation of East-West Carridor

Project Name	Line 2 (29.0km)
Section	Garibaidi in Callao - Las Torres
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	4 Lines
Railway Number	2 Lines

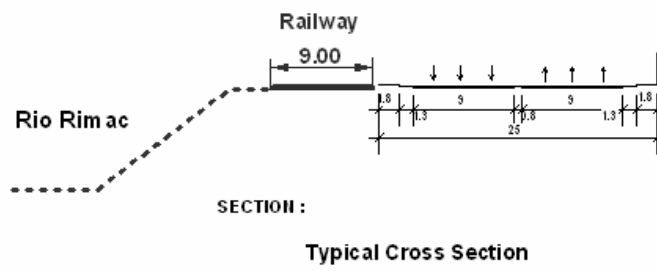
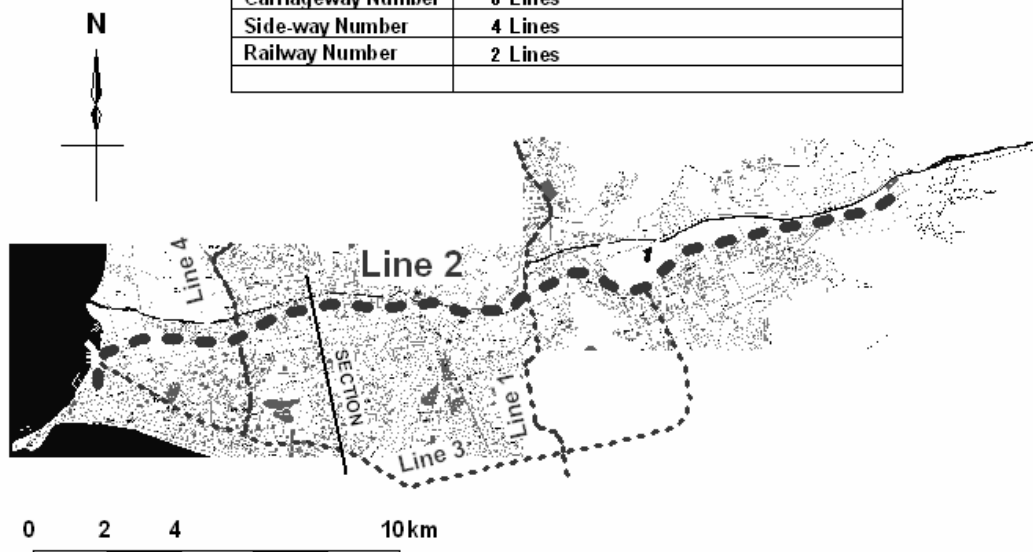



Figura 15.8-2 Ubicación de la Línea Férrea - 2



Tabla 15.8-4 Resumen del Proyecto (Línea 3: Etapa 1)

1. Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Sub Corredor Este-Oeste Línea 3 (Etapa 1) (2) Fase: Plazo (~2020)
2. Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: Garibaldi – Javier Prado (2) No. de Vínculo de Mapa: Línea 3 Tramo 1 (3) Longitud del Proyecto: 16.2 Km con 14 estaciones (4) Foto del Lugar: <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
3. Esquema del Proyecto y su Avance	(1) Propósito: Esta línea es parte del segundo corredor Este-Oeste, que conecta al Callao y Aviación de la Línea 1. (2) Varios Estudios Previos: Plan Maestro para el Transporte Público en Lima (Marzo de 2003)
4. Tipo de Estructura	A nivel con separación a desnivel en cruce de vía principal. Tipo de puente 8 ubicaciones. (Adquisición de tierras): no clarificado
5. Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 260,000,000 (2) Estructura: US\$ 45,00,000 (3) E/M: US\$ 95,600,000 (4) Depósito (refuerzo del depósito de la Línea 2) (5) Material Rodante US\$ 119,400,000 (6) Costo de Inversión Adicional: No
6. Prioridad de Implementación	(1) Cronograma de Implementación: ~ 2010 (2) Etapa de Planeamiento:
7. Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora en etapa inicial, 55,000 Pax/hora en el futuro. La vida promedio del proyecto es 30~40 años
8. Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: Concesionario, la Municipalidad mantiene la propiedad de esta línea.
9. Recursos Financieros	Financiamiento Propio, Préstamo blando del exterior, Concesión, etc.
10. Ventaja de este Proyecto	Provisión de alta densidad de servicios de transporte entre el Callao y otras áreas.

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

IGV (19%) se aplica a la Porción Local.

Tabla 15.8-5 Resumen del Proyecto (Línea 3: Etapa 2)

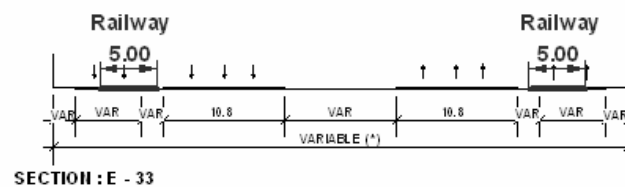
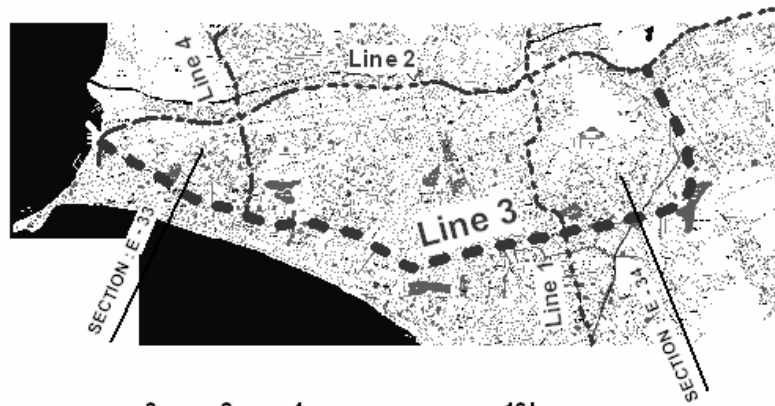
1. Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Línea 3 (Etapa 2) (2) Fase: Largo Plazo (~2025)
2. Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: Javier Prado – S. Industrial (2) No. de Vínculo de Mapa: Línea 3 Tramo 2 (3) Longitud del Proyecto: 11Km 90 con 9 estaciones (4) Foto del Lugar: <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
3. Esquema del Proyecto y su Avance	(1) Resumen: La segunda etapa de esta sección conecta a Aviación – Estación Las Torres de la Línea 2, con miras a una operación circular. (2) Varios Estudios Previos: Plan Maestro para el Transporte Público en Lima (Marzo de 2003)
4. Tipo de Estructura	Nivel Principal con separación a desnivel con cruce de vía principal. Tipo elevado 4 ubicaciones (Adquisición de tierras): no clarificado
5. Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 230,000,000 (2) Estructura: US\$ 27,500,000 (3) E/M: US\$ 70,800,000 (4) Depósito y Material Rodante: US\$ 131,700,000 (5) Costo de Inversión Adicional: No
6. Prioridad de Implementación	(1) Cronograma de Implementación: ~ 2025 (2) Etapa de Planeamiento:
7. Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora en la etapa inicial, 55,000 Pax/hora en el futuro. La vida promedio del proyecto es 30-40 años
8. Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: Concesionario, la Municipalidad mantiene la propiedad de esta línea
9. Recursos Financieros	Financiamiento Propio, Préstamo blando del exterior, Concesión, etc.
10. Ventaja de este Proyecto	Se provee una operación semicircular por medio de la Segunda etapa de la construcción entre la línea 1 y línea 2

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

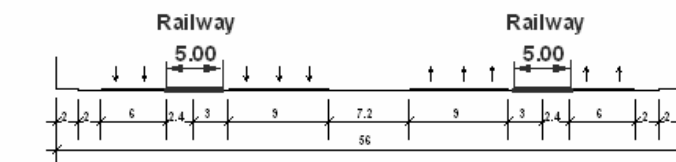
IGV (19%) se aplica a la Porción Local.

## Line 3 : Creation of Circular Operation

Project Name	Line 2 (28.10km)
Section	Garibaldi in Callao - S.Industrial
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	4 Lines
Railway Number	2 Lines



SECTION : E - 33





SECTION : E - 34

**Typical Cross Section**

Figura 15.8-3 Ubicación de la Línea Férrea - 3

Tabla 15.8-6 Resumen del Proyecto (Línea 4: Etapa 1)

1. Nombre del Proyecto	(1) Nombre: Línea 4 (Etapa 1) (2) Fase: Largo Plazo (~2025)
2. Ubicación del Proyecto	(1) Ubicación: E. Faucett – Panamericana Norte (2) No. de Vínculo de Mapa: Línea 4 Tramo 1 (3) Longitud del Proyecto 14Km 50 con 12 estaciones (4) Foto del Lugar: <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
3. Esquema del Proyecto y su Avance	(1) Esta línea 4 cubre los flujos de tránsito desde el Norte (Puente Piedra), Norte-Este (Comas) y se conecta con el centro de la ciudad en Los Olivos. (2) Varios Estudios Previos: Plan Maestro para Transporte Público en Lima (Marzo de 2003)
4. Tipo de Estructura	Nivel Principal con una estructura tipo puente y elevada con una vía principal Tipo puente 1 ubicación, tipo elevado 9 ubicaciones (Adquisición de tierras): Uso del Medio de la Av. Universitaria
5. Costo de Inversión	(1) Costo de Inversión Inicial: US\$ 189,900,000 (2) Estructura: US\$ 37,500,000 (3) E/M: US\$ 85,900,000 (4) Depósito: Uso del depósito de la Línea 2 (5) Material rodante: US\$ 66,500,000 (6) Costo de Inversión Adicional: No
6. Prioridad de Implementación	(1) Cronograma de Implementación ~2025 (2) Etapa de Planeamiento:
7. Capacidad y Vida del Proyecto	20,000 Pax/hora en etapa inicial, 55,000 Pax/hora en el futuro. La vida promedio del proyecto es 30-40 años
8. Agencias Responsables	(1) Etapa de Construcción: AATE (2) Etapa de Operación: concesionario, la Municipalidad mantiene la propiedad
9. Recursos Financieros	Financiamiento Propio, Préstamo blando del exterior, Concesión, etc.
10. Ventaja de este Proyecto	Incorporación de Los Olivos, San Martín de Porras y San Miguel a las Redes de Tránsito Masivo

Nota: Tipo de Cambio: US\$ 1 = Soles 3.27 (Octubre 2004)

IGV (19%) se aplica a la Porción Local.



## Line 4 : Reinforcement of the North Railway Corridor

Project Name	Line 2 (24.6km)
Section	San Miguel - Carabaylo in Comas
Carriageway Number	6 Lines
Side-way Number	4 Lines
Railway Number	2 Lines

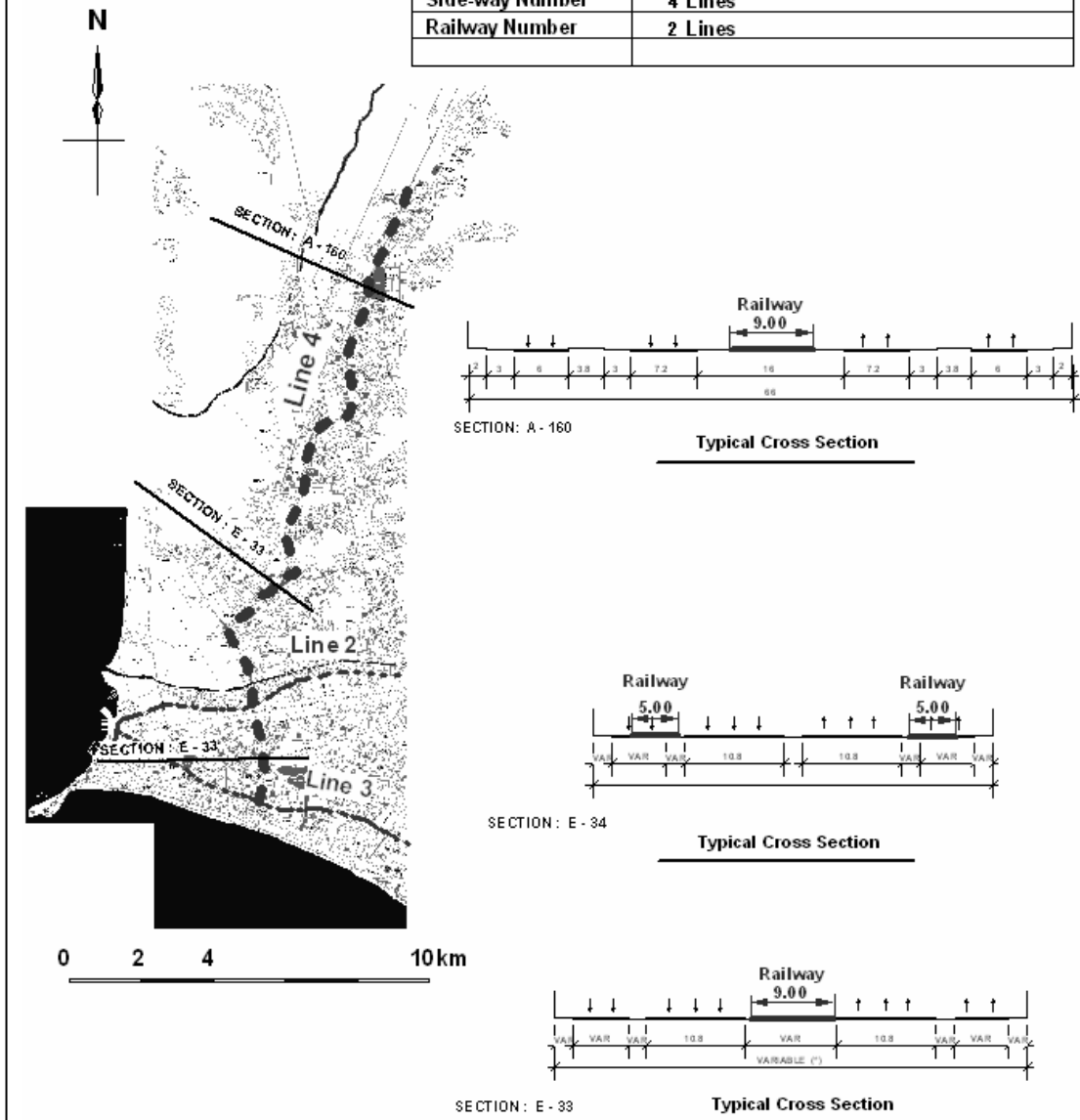


Figura 15.8-4 Ubicación de la Línea Férrea - 4

Tabla 15.8-7 Costo Unitario de Cada Ítem de Trabajo

Costo de la Unidad: 10<sup>3</sup> US\$

Ítem del Costo	Unidad	Tipo de Estructura	
		Nivel del Suelo	Tipo de Viaducto
1. Costo de Trabajos Civiles (reemplazo, limpieza y estructura, etc.)			
1) Costo: A (incluye VAT)	km	170	4,671
2) Otros Gastos			
a. Contingencia A x 15%	Unidad	26	701
b. Costo Administrativo A x 10%	Unidad	17	467
c. Tarifa de Ingeniería A x 10%	Unidad	17	467
Total	km	230	6,305
2. Estación			
1) Construcción de la Estación (incluye VAT)	Estación	1,008	1,440
2) Telecomunicaciones	Estación	96	96
3) Cobranza de Tarifas	Estación	108	108
Sub total		1,211	1,643
4) Otros Gastos x 35%		424	575
Total	Estación	1,635	2,218
3. Trabajos de Rieles y Eléctricos			
1) Trabajos de Rieles y Catenarias	Km	1,089	1,089
2) Trabajos Eléctricos	Km	2,481	2,481
3) Trabajos de Señalización	Km	726	726
Sub total		4,296	4,296
4) Otros gastos x 35%		1,503	1,503
Total	Km	5,799	5,799
4. Centro de Control Operacional			
1) Centro de Control Operacional	Ls	4,400	4,400
2) Otros Gastos x 35%		1,540	1,540
Total		5,940	5,940
5. Depósito & Equipo (para 140,000m <sup>2</sup> del depósito existente)			
1) Depot & Equipment	Ls	2,850	2,850
2) Otros Gastos x 35%		998	998
Total	Ls	3,848	3,848
6. Vagones Eléctricos(1 Juego: 9 Vagón)			
1) Motor de Tracción x 6 carros (1,645x10 <sup>3</sup> US\$/carros)	Vagón	9,870	9,870
2) Motor de No Tracción x 3 carros (1,100x10 <sup>3</sup> US\$/carros)	Vagón	3,300	3,300
Total *	Juego	13,170	13,170

1US\$=3.27 Soles (Octubre 2004)

VAT incluye la porción local

\* uso asumido de especificación existente

Tabla 15.8-8 Costo de Cada Proyecto Ferroviario

1. Cronograma de Implementación			Línea 1		Línea 2		Línea 3		Línea 4
			Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 1
2. Largo (km)			11.7	13	29	29	16.2	11.9	14.5
3. No. de Estación			9	10	18		14	9	12
			Fijo	(Av.1.3km)	(fijo F/S)		(Av.1.2km)	(Av.1.3km)	(Av.1.2km)
4. Componente del Costo	Unidad	Precio Unitario	Costo de Inversión		Costo de Inversión		Costo de Inversión		Costo de Inversión
			(US\$ x000)	(US\$ x000)	(US\$ x000)	(US\$ x000)	(US\$ x000)	(US\$ x000)	(US\$ x000)
1) Costo de Trabajos Civiles			66,179	21,598	42,670	0	22,926	12,337	17,735
*Nivel del Suelo	km	230		2,093	6,670		3,726	2,737	3,335
*Elevado	km	6,310	66,179	12,305					
*Puente	Lugar	2,400		7,200	36,000		19,200	9,600	14,400
2) Estación (Edificio, Telecom, Señal)			15,192	18,140	29,520	0	22,140	15,012	19,817
*Nivel del Suelo	Lugar	1,640		11,480	29,520		22,140	15,012	19,817
*Elevado	Lugar	2,220	15,192	6,660					
3) Trabajos de Rieles y Eléctricos			51,147	63,220	117,740	0	93,960	69,020	84,100
*Nivel del Suelo	km	5,800		40,600	117,740		93,960	69,020	84,100
*Elevado	Km	5,800	51,147	22,620					
4) Centro de Control de Operaciones E&M	Ls	5,940	0	1,782	5,940	0	1,782	1,782	1,782
				1,782	5,940		1,782	1,782	1,782
5) Equipos del Depósito			0	1,155	3,850	0	924	0	616
*E&M	Ls	3,850		1,155	3,850		924		616
6) Material Rodante			222,961	222,961	223,890	237,060	118,530	131,700	65,850
*Formación de 9 vagones	Juego	13,170	24,482	421,440	223,890	237,060	118,530	131,700	65,850
El costo rodante es compartido			222,961	222,961					
<b>Costo Total</b>			<b>355,479</b>	<b>328,856</b>	<b>423,610</b>	<b>237,060</b>	<b>260,262</b>	<b>229,851</b>	<b>189,900</b>
<b>Costo por línea</b>			<b>684,335</b>		<b>660,670</b>		<b>490,113</b>		

Línea 1 Etapa 1: Introduciendo costos estimados por el propietario