

CAPÍTULO 4  
Temas Actuales de  
Transporte y Tráfico y Consideraciones  
de Planeamiento

## 4. TEMAS ACTUALES DE TRANSPORTE Y TRÁFICO Y CONSIDERACIONES DE PLANEAMIENTO

### 4.1. TEMAS ACTUALES Y MEDIDAS EN EL ESTUDIO

Los problemas y temas actuales de transporte y tráfico son examinados en la sección anterior en base a los resultados de varias encuestas y conteos de transporte y tráfico realizadas por el Equipo de Estudio de JICA en el año 2006. En esta sección, se resumen los problemas y temas de transporte y tráfico identificados, y el Tabla 4.1-1 presenta las medidas que deben ser tomadas.

Tabla 4.1-1 Relación Entre los problemas Actuales y las Medidas a analizar en el Estudio

Puntos de Vista	Descripción del Problemas	Estudio para la Solución de los Problemas
(1) Pasajeros de buses dentro del área urbana	1) Baja velocidad de operación	Vía exclusiva para buses
	2) Elevados tiempos de viaje	Sistemas de buses troncales y alimentadores
	3) Obsoleta y antigua flota de buses	El nuevo bus articulado
	4) Inseguridad dentro de los buses	El nuevo bus convencional
	5) Las instalaciones de los buses son inadecuadas	Los nuevos paraderos y terminales de buses funcionales
(2) Personas pobres que viven afuera del área urbanizada	1) Altas tarifas de buses	Análisis de la tarifa de buses de S/0.5 en el bus alimentador
	2) Falta de accesibilidad de las rutas de buses	De la red de rutas de buses alimentadores
	3) Elevados tiempos de viaje	De los sistemas de buses troncales y alimentadores
(3) Ciudadanos que utilizan vehículos privados	1) Grave congestión de tráfico	Del bus articulado
	2) Baja velocidad de viaje	Reubicación de la ruta convencional de buses
	3) Prácticas inadecuadas de manejo	Programa de educación de tráfico
	4) Las rutas de buses están concentradas en las vías principales	Reubicación de la ruta convencional de buses
	5) Sobre oferta de buses	Reubicación de la ruta convencional de buses
(4) Empresa Operadora de Buses	1) La tarifa de los buses es muy baja	Sistema de tarifas
	2) Las rutas de buses están concentradas en las vías principales	Reubicación de la ruta convencional de buses
	3) Baja velocidad de operación	Reubicación de la ruta convencional de buses
	4) El sistema de buses no es funcional	De los sistemas de buses troncales y alimentadores
	5) Las instalaciones de los buses son inadecuadas	De los nuevos paraderos y terminales de buses funcionales
	6) La organización de la operación de los buses es rudimentaria	Nueva organización de operación de buses
(5) Aspectos Ambientales	1) La contaminación ambiental ha aumentado	De la flota de buses a CNG y la reducción del volumen de buses convencionales
	2) La contaminación sonora ha aumentado	Reducción del volumen de buses convencionales

	3) Elevado número de accidentes de tránsito	Manual de seguridad y educación de tráfico
(6) Aspectos de Administración de Tráfico	1) Prácticas inadecuadas de manejo	Manual de seguridad y educación de tráfico
	2) Las Instalaciones de las Intersecciones son precarias	Manual de intersecciones
	3) El sistema de señales de tráfico es pobre	Manual del sistema de control de señales de tráfico
	4) Se permite el estacionamiento en las vías sin mínimas restricciones	Manual del sistema de estacionamiento
	5) Gran congestión en las vías troncales	Manual de Administración del Tránsito - TDM
	6) Gran congestión en las horas pico	Manual de Administración del Tránsito-TDM
	7) Elevado número de accidentes de tráfico	Manual de seguridad y educación de tráfico
(7) Para-tránsito	1) No existe operación funcional en el futuro	Sistema de para-tránsito funcional
(8) Tráfico de Carga	1) Mayor tráfico de camiones en el futuro	Red alternativa de rutas de transporte de carga (camiones)

## 4.2. JERARQUÍA DE LA MODALIDAD DE TRANSPORTE EN EL ÁREA DEL ESTUDIO

De acuerdo al Plan Maestro de Transporte Urbano del área metropolitana de Lima y Callao, que fue realizado por JICA en el año 2005, la población del área metropolitana en 2004 y 2025 se estimó en aproximadamente 8 millones y 11 millones de habitantes, respectivamente. Además, se recomendó la introducción del sistema ferroviario y el sistema de buses troncales desde el plan a corto plazo hasta el plan a largo plazo del Plan Maestro.

Considerando la modalidad de transporte de otras ciudades altamente pobladas en el mundo, la introducción de los sistemas ferroviarios en el área metropolitana de Lima y Callao será necesaria como un Sistema de Transporte Rápido Masivo para disminuir la contaminación ambiental y la congestión del tráfico en el área metropolitana de Lima y Callao.

Actualmente, el diseño detallado de la Extensión del Proyecto Ferroviario ya ha sido completado y se está negociando la concesión de éste proyecto. Además, también se ha completado el Estudio de factibilidad del Proyecto Ferroviario Este-Oeste. Por otro lado, también se ha completado el diseño detallado del proyecto COSAC de buses troncales y la construcción de este proyecto se iniciará a final del 2006.

Considerando la situación del desarrollo del transporte, el tamaño de la población y las características del tráfico en el área metropolitana de Lima y Callao, se recomienda desarrollar la siguiente jerarquía modal de los sistemas de transporte como se muestra en la Figura 4.2-1 y Figura 4.2-2.

- 1) El sistema de transporte ferroviario debe ser desarrollado como la modalidad principal de transporte en el Área Metropolitana de Lima y Callao.
- 2) El sistema de buses troncales debe ser desarrollado como la modalidad de transporte complementaria para que el sistema ferroviario se conecte con las estaciones férreas.

- 3) El sistema de buses convencionales debe ser desarrollado como la modalidad de transporte complementaria para que los sistemas ferroviarios y de buses troncales se conecten con las estaciones ferroviarias y de buses troncales.
- 4) Los sistemas de para-tránsito, como los moto-taxis o taxis, deben ser desarrollados como la modalidad de transporte complementaria para el sistema de transporte arriba mencionado.

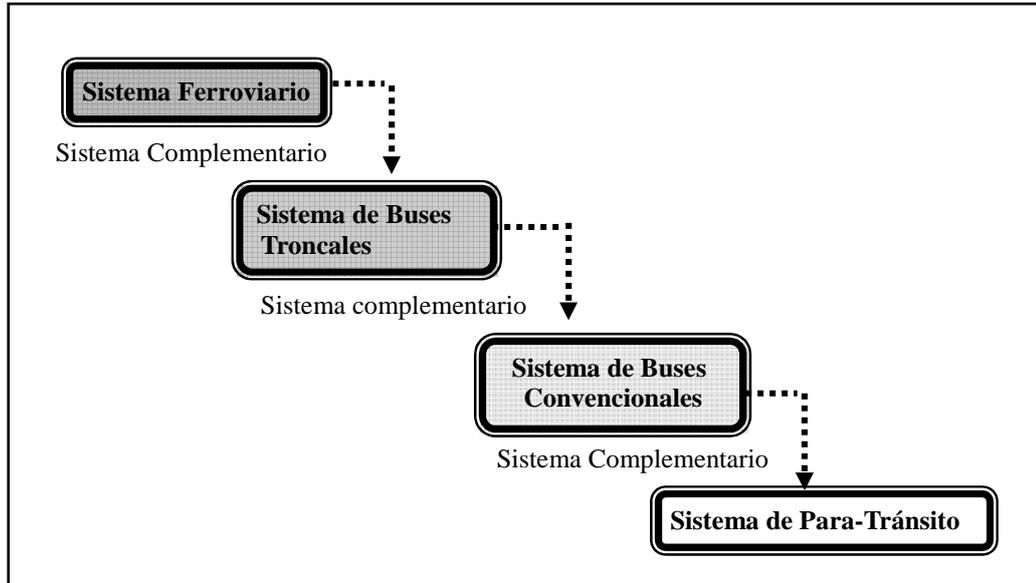


Figura 4.2-1 Jerarquía de la Modalidad de Transporte en el Área del Estudio

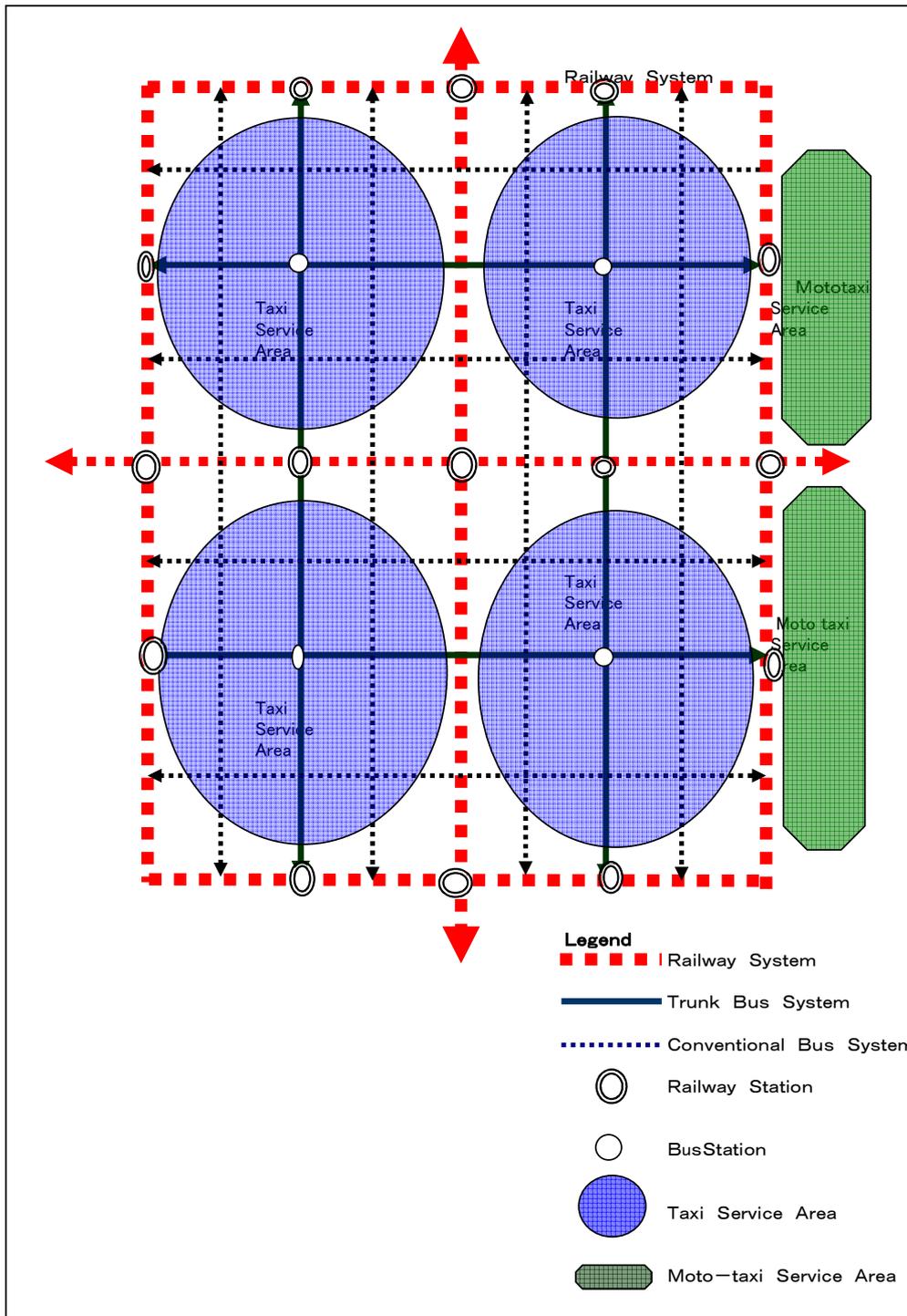


Figura 4.2-2 Concepto de la Jerarquía de la Modalidad de Transporte en el Área del Estudio

### **4.3. CONSIDERACIONES DE PLANEAMIENTO BÁSICO Y OBJETIVO DE PLANEAMIENTO**

#### **4.3.1. CONSIDERACIÓN DE PLANEAMIENTO BÁSICO**

Considerando la jerarquía del transporte del área del Estudio, y las características de tráfico actuales y futuras, se han identificado las siguientes consideraciones de planeamiento básico.

##### **(1) Consideración de Planeamiento Básico desde el Punto de Vista de la Jerarquía de la Modalidad de Transporte**

De acuerdo con la realización de la modalidad del transporte ferroviario, las situaciones de la demanda de los pasajeros en el futuro, las características de los viajes de los pasajeros, y las cifras de la demanda de los pasajeros en el futuro cambiarán. En este caso, el sistema de buses troncales (sistema operativo, ubicación de rutas) debe ser revisado en base al progreso del cronograma de construcción de la modalidad del transporte ferroviario. Además, el sistema de buses troncales es calificado como la modalidad de transporte de complementario del transporte ferroviario. Considerando los temas anteriores, se identifican las siguientes políticas de planeamiento del Estudio:

- 1) El sistema de buses troncales debe ser desarrollado como un plan flexible.
- 2) Las instalaciones del sistema de buses troncales deben ser construcciones temporales. Por lo tanto, la construcción de instalaciones permanentes, como intersecciones a desnivel y grandes puentes, debería evitarse.

##### **(2) Consideración de Planeamiento Básico desde el Punto de Vista de los Aspectos Ambientales**

En 1995, el diseño final del proyecto de mejoramiento de la Av. Venezuela y Av. Arica fue realizado por la Municipalidad de Lima, y el ancho del derecho de vía requerido fue definido por la Ordenanza Municipal No.0018-05 de Octubre de 1995 en base a los resultados del diseño final del citado proyecto.

Actualmente, algunas partes del derecho de vía definido en la actual Av. Venezuela en las ciudades del Callao y Lima han sido utilizadas por algunas fábricas privadas e instituciones públicas. Cuando se construya la vía de buses troncales Este-Oeste, de acuerdo con el derecho de vía definido por la Ordenanza Municipal No.0018-05 de Octubre de 1995, se requerirá la adquisición y compensación de tierras adicionales. Por lo tanto, ambas municipalidades deberían iniciar los procedimientos requeridos de adquisición y compensación de tierras.

##### **(3) Consideración Básica de Planeamiento desde el Punto de Vista de la Realización del Proyecto**

Para la realización rápida y sin dificultades del proyecto de la vía de buses troncales Este-Oeste, se deberá llegar a un consenso por parte de las personas afectadas por el proyecto. Considerando los aspectos de las personas afectadas, se llevará a cabo el planeamiento de la vía de buses troncales Este-Oeste en base a los siguientes cuatro (4) puntos de vista.

- 1) Desde el punto de vista de los ciudadanos de las ciudades de Lima y Callao
- 2) Desde el punto de vista de los pasajeros de buses
- 3) Desde el punto de vista de las empresas operadoras de buses
- 4) Desde el punto de vista de aspectos ambientales

#### **4.3.2. OBJETIVOS DE PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO**

Como se mencionó anteriormente, existen varios problemas de transporte y tráfico a lo largo de la Av. Venezuela, Av. Arica, Av. Ayllón, y la Carretera Central. El propósito de este Estudio de Factibilidad es el de mitigar los problemas de transporte y tráfico en las vías existentes y mantener flujos de tráfico continuos y buenos aspectos ambientales en el Área del estudio.

Considerando los propósitos de este Estudio de Factibilidad, el objetivo del planeamiento del Estudio es el de ejecutar el proyecto de vía para la operación de buses troncales en el eje Este-Oeste a la brevedad posible.

## CAPÍTULO 5

# Pronóstico de la Futura Demanda de Tráfico y Transporte

## 5. PRONÓSTICO DE LA FUTURA DEMANDA DE TRÁFICO Y TRANSPORTE

### 5.1. GENERAL

El pronóstico de la futura demanda de viaje se realizó en el Estudio del Plan Maestro, en el cual los años horizonte son el 2010 y 2025. El pronóstico de la demanda se realizó para el periodo diario y periodo de hora pico de la mañana.

En el estudio de factibilidad, el plan de operación del sistema de buses troncales se propone para el año 2010 en base a las condiciones de viaje en la hora pico de la mañana, pero se utiliza una base diaria para el análisis económico. Esto se debe a que el planeamiento del transporte público de un sistema de operación de buses, que toma en cuenta la frecuencia del servicio, las líneas de buses, y número de buses: estos son críticos en la hora pico. Por lo tanto, se utiliza los datos futuros de los viajes OD en la hora pico de la mañana en el año 2010 y 2025 pronosticados en el Estudio del Plan Maestro.

En este capítulo, primero se resume el esquema del marco socioeconómico, estimado en el Estudio del Plan Maestro. El segundo tema de este capítulo es el pronóstico de los resultados para la demanda diaria de viajes. El último tema enfoca las características de la demanda de viajes en el corredor Este-Oeste en términos de generación y atracción de viajes y distribución de viajes.

### 5.2. MARCO SOCIOECONÓMICO

La Tabla 5.2-1 muestra el resumen de los índices socioeconómicos y la demanda de viajes en 2004, 2010 y 2025 estimada en el Estudio del Plan Maestro. El número total de viajes por día en el Área del Estudio en el 2010 es aproximadamente 13.42 millones. El ratio de crecimiento de viajes desde el año 2004 hasta 2010 es aproximadamente 1.11. La tasa de producción de viajes en términos del número de viajes por persona mayor de 6 años se eleva de 1.64 a 1.65. Esto indica que en el año 2010, la participación del ratio de hogares del Estrato mayor con respecto al total contribuye al aumento de la tasa de producción.

Tabla 5.2-1 Resumen de Índices Socioeconómicos y Demanda de Viajes

Ítems	2004	2010	2025	2010/2004	2025/2004
Población (Personas)	7,371,385	8,146,392	10,078,272	1.11	1.37
PBIR/capita	7,563	8,575	13,467	1.13	1.78
Número de Viajes por Modalidad Motorizada (viajes/día)	12,118,571	13,417,548	17,950,737	1.11	1.48
Tasa de Producción de Viajes/población (6 años o más) (Carro, Taxi y Transporte Público)	1.64	1.65	1.78	1.00	1.08

Nota: La Población indicada es de 6 años o más

### 5.3. DEMANDA DE VIAJES EN EL ÁREA DEL ESTUDIO

#### (1) Generación y Atracción de Viajes

La generación y atracción de viajes diarios en el año 2010, estimada en el Estudio del Plan Maestro correspondiente a las zonas integradas (Macrozonas) se muestra en la Tabla 5.3-1 y Figura 5.3-1, las proyecciones de viajes son para todos los propósitos, excluyéndose los viajes “a casa”, para mostrar claramente las características de generación y atracción de viajes. Como se puede observar, la generación y atracción de viajes en la Macrozona No. 1 (Lima) tiene un gran volumen de viajes, especialmente atracción de viajes que es la mayor. La segunda zona con la mayor generación y atracción es la Macrozona No. 4 (Miraflores). En el año 2010, las demandas de tráfico y transporte se concentran en estas zonas. Esto se debe a que los lugares de trabajo (empleos) y estudio (matrículas) de la población se encuentran en gran parte concentradas en el área central en comparación con la distribución de la población que reside en estas Macrozonas

Como las macrozonas No. 1, 2, 3, y 11 en el corredor Este-Oeste tienen un gran volumen de viajes, el sistema de buses troncales juega un rol importante en el área del estudio.

Tabla 5.3-1 Generación y Atracción de Viajes por Zonas Integradas en 2010 (Exclusivo del propósito “al hogar”)

Macrozona	Nombre del Distrito	2010	
		Gen	Atr
1	Lima	1,139,363	2,130,335
2	Callao	461,211	491,961
3	Los Olivos	979,498	717,598
4	Miraflores	1,021,654	1,292,378
5	La Molina	185,567	127,603
6	Chorrillos	235,504	183,728
7	Villa El Salvador	794,963	509,448
8	Ancon	351,918	256,408
9	Carabaylo	524,251	305,970
10	San Juan de Lurigancho	610,162	386,705
11	Lurigancho	709,366	639,418
12	Cieneguilla	17,433	4,488
13	Lurin	67,245	60,109
14	San Bartolo	24,352	8,107
15	Fuera del Área del Estudio	333	8,564
Total		7,122,820	7,122,820

Gen: Generación, Atr: Atracción (del Estudio del Plan Maestro)

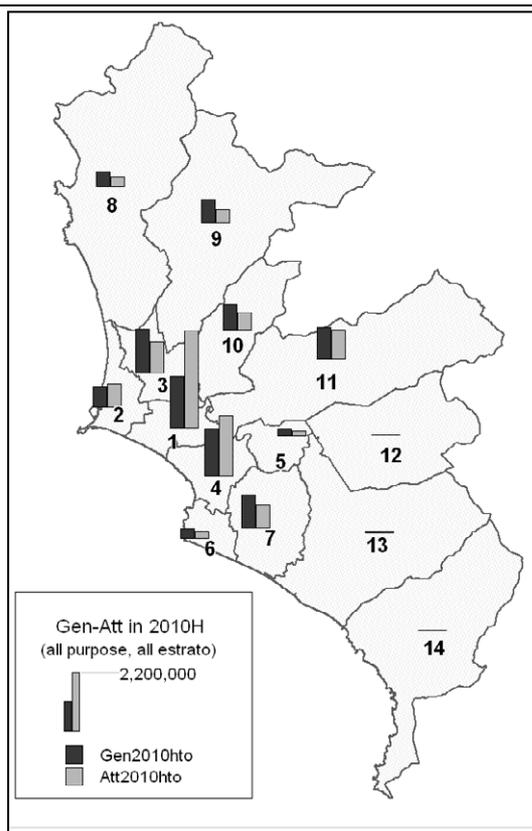


Figura 5.3-1 Generación y Atracción de Viajes en 2010 (Todos los Propósitos excluyendo los viajes de regreso Al Hogar)

## (2) División Modal

El número de viajes en las tres modalidades en 2010, carro, taxi y transporte público, se muestra en la Tabla 5.3-2. En el año 2010, las participaciones de las modalidades de carros, taxis y transporte público son 18%, 7% y 75%, respectivamente. Los ratios de aumento de cada modalidad entre 2004 y 2010 son de 1.27 para carros, 1.04 para taxis y 1.08 veces para transporte público. En 2010, los viajes en carro por persona aumentan aproximadamente 1.3 veces, mientras que los viajes de transporte público son un poco bajos con respecto al ratio de crecimiento, en comparación con los viajes en carro.

Las “líneas de deseo” de viajes por modalidad de transporte público se muestran en la Figura 5.3-2. En el 2010, estas líneas de deseo cubren toda el Área del Estudio, especialmente a lo largo del corredor Este-Oeste (Macrozonas No. 1-2, 1-3, y 1-11).

Tabla 5.3-2 Participación Modal de Viajes de Personas (personas/día) en 2010 y 2025

Viajes por Modalidad		Carro	Taxi	Público	Total
Viajes (Viajes/día)	2004	1,853,295	900,138	9,365,138	12,118,571
	2010	2,358,750	934,139	10,124,659	13,417,548
	2025	4,041,689	1,261,286	12,647,761	17,950,737
	2010/2004	1.27	1.04	1.08	1.11
	2025/2004	2.18	1.40	1.35	1.48
Composición	2004	15.3%	7.4%	77.3%	100.0%
	2010	17.6%	7.0%	75.5%	100.0%
	2025	22.5%	7.0%	70.5%	100.0%

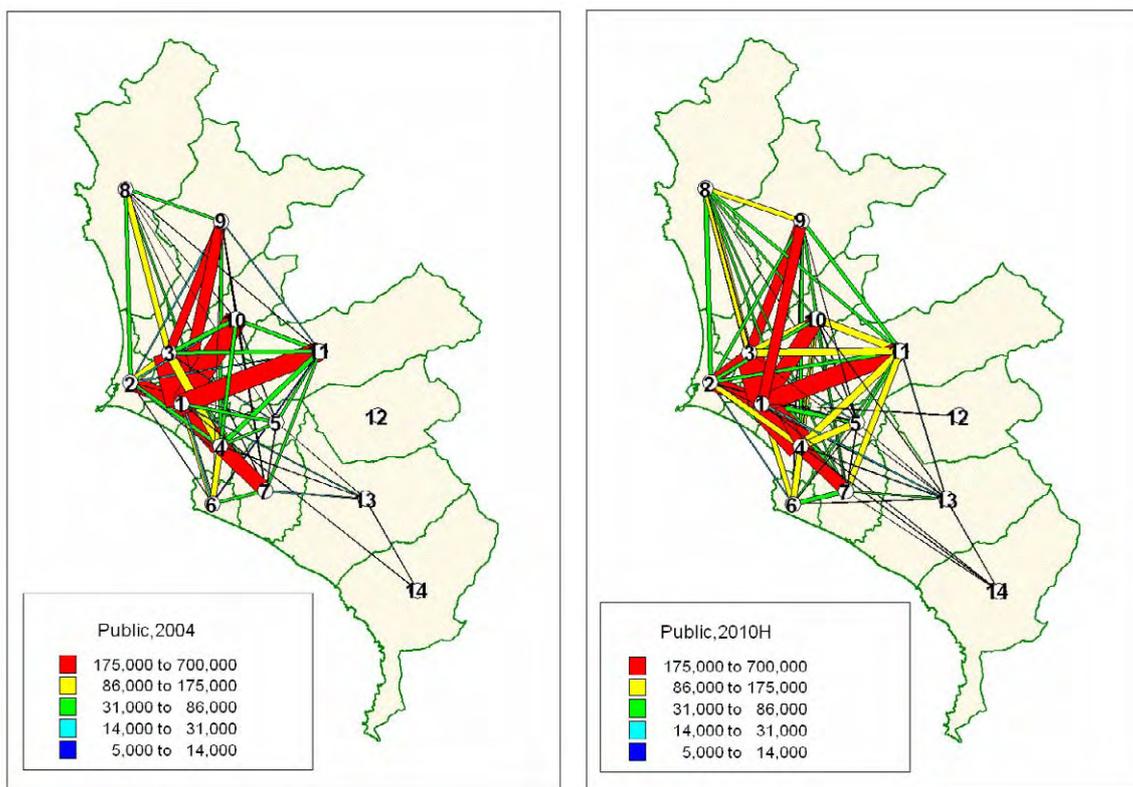


Figura 5.3-2 Líneas de deseo de Viajes Diarios por Modalidades Públicas en 2004 y 2010

## 5.4. DEMANDA DE VIAJES EN LA HORA PICO EN EL CORREDOR ESTE-OESTE

### (1) Zonificación en Huaycan y Santa Clara

En el estudio, el sistema de buses alimentadores se ha planeado en el Callao, Huaycan, Santa Clara y Chosica. El sistema alimentador operará en estas áreas alrededor de un terminal de buses troncales para transportar a los pasajeros hasta y desde el terminal. Su área de servicio será limitada a aquellas áreas, con recorridos de líneas (rutas) relativamente cortas y un bajo número de pasajeros por bus.

Para poder pronosticar la demanda de los buses alimentadores en aquellas áreas, ha sido necesario subdividir las zonas de tránsito definidas en el Estudio del Plan Maestro. La Figura 5.4-1 muestra el sistema de zonificación en Huaycan y Santa Clara donde 6 zonas de tránsito están subdivididas en 30 microzonas. En el Callao, como el sistema de zonificación se equilibra con la red de líneas de buses alimentadores propuestas, no se han subdividido la zonas en microzonas.

Las matrices de OD de viajes para el 2010 y 2025 han sido subdivididas acorde al sistema de microzonificación. Cabe indicar que la generación y atracción total de viajes en cada zona de tráfico no tienen variación.

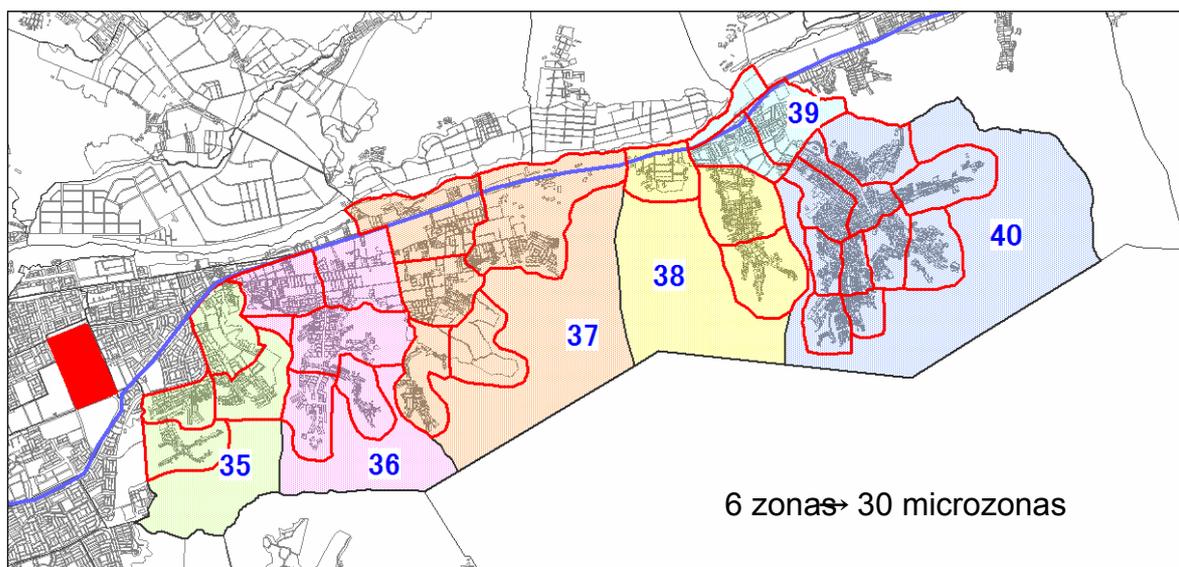


Figura 5.4-1 Zonificación en Huaycan y Santa Clara

### (2) Generación y Atracción de Viajes

La Figura 5.4-2 muestra en barras la generación y atracción de viajes en la hora pico de la mañana en el año 2010 para la modalidad de transporte público correspondiente a las macrozonas a lo largo del corredor Este-Oeste, en donde los colores rojo y amarillo de las barras muestran la generación y atracción de viajes, respectivamente, y la línea azul muestra la ubicación de la vía de buses troncales Este-Oeste. Como se puede observar, la generación y atracción de viajes es mayor en las macrozonas No. 2, 7, 8 (Centro) y 12 (San Isidro y Miraflores), que son las áreas de influencia cercanas del corredor.

Por otro lado, Callao (No. 1 y 6), Santa Clara (No. 10) y Huaycan (No. 11), donde se analiza el servicio de los buses alimentadores del estudio, tienen menor generación y atracción de viajes que las áreas anteriores.

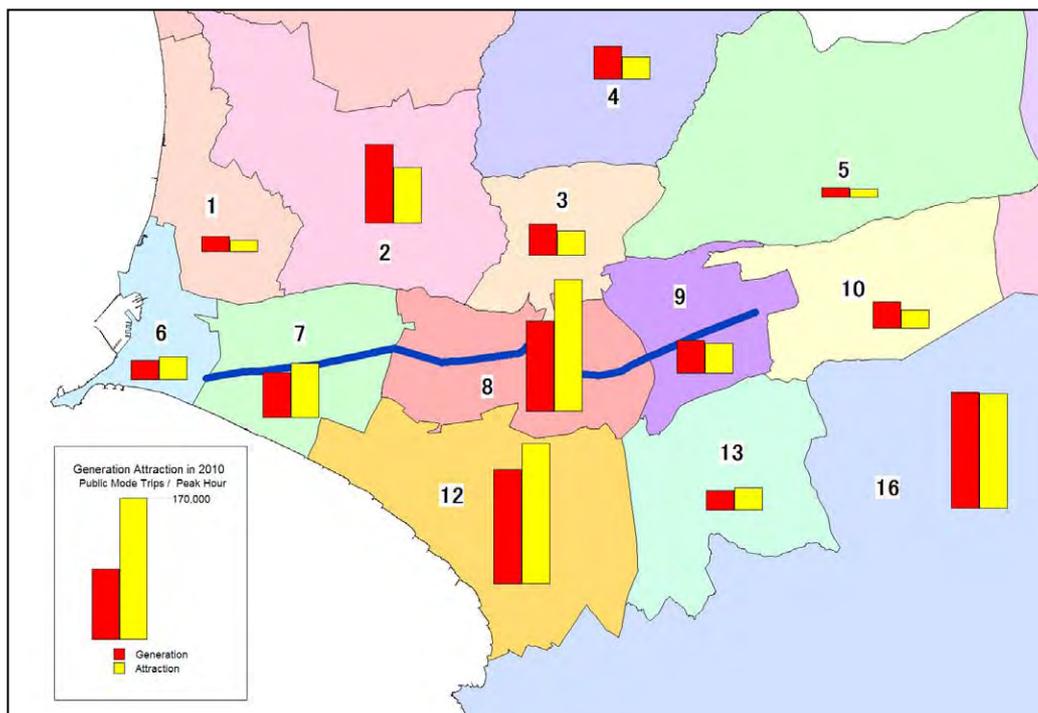


Figura 5.4-2 Generación y Atracción de Viajes en 2010 a lo largo del Corredor Este-Oeste  
Distribución de Viajes

Figura 5.4-3 y Figura 5.4-4 muestran los gráficos con las líneas de deseo de las macrozonas No. 7, 8 y 9 en las direcciones entrantes y salientes, respectivamente, de la modalidad de transporte público en la hora pico de la mañana. Estas figuras muestran las líneas de deseo de viajes en el área a lo largo del corredor Este-Oeste. Las grandes líneas de deseo se concentran en la macrozona No. 8 (Centro).

La Figura 5.4-5 y Figura 5.4-6 muestran los gráficos con las líneas de deseo en el área del Callao (Macrozonas No. 1 y 6) en que se propone la red de buses alimentadores. Las grandes líneas de deseo se conectan con las macrozonas No. 8, 12 y 16. Debido a que estas áreas están paralelas al corredor Este-Oeste, los viajes tienen un gran potencial de demanda para el sistema de buses troncales.

Las líneas de deseo de Santa Clara y Huaycan se muestran desde la Figura 5.4-7 hasta la Figura 5.4-10 de la misma manera que en el Callao. Debido a que las grandes líneas de deseo de aquellas áreas distribuyen a las áreas que se encuentran paralelas al corredor Este-Oeste, esos viajes se convierten en un gran potencial de demanda para el sistema de buses troncales.

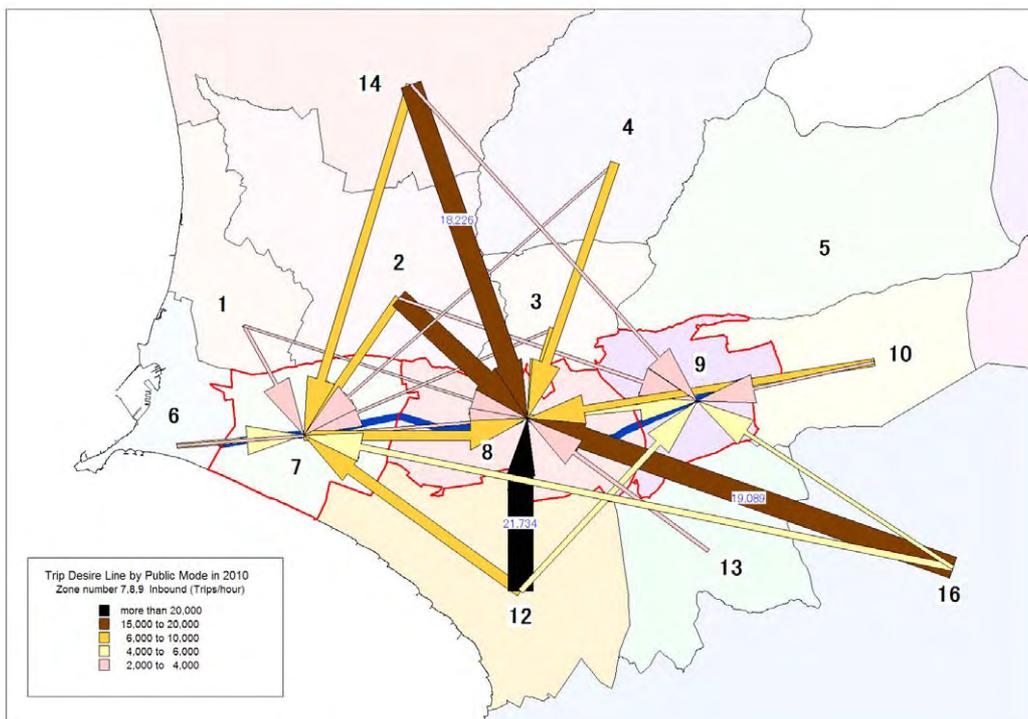


Figura 5.4-3 Líneas de Deseo en las Macrozonas No. 7, 8, y 9 en Dirección Entrante

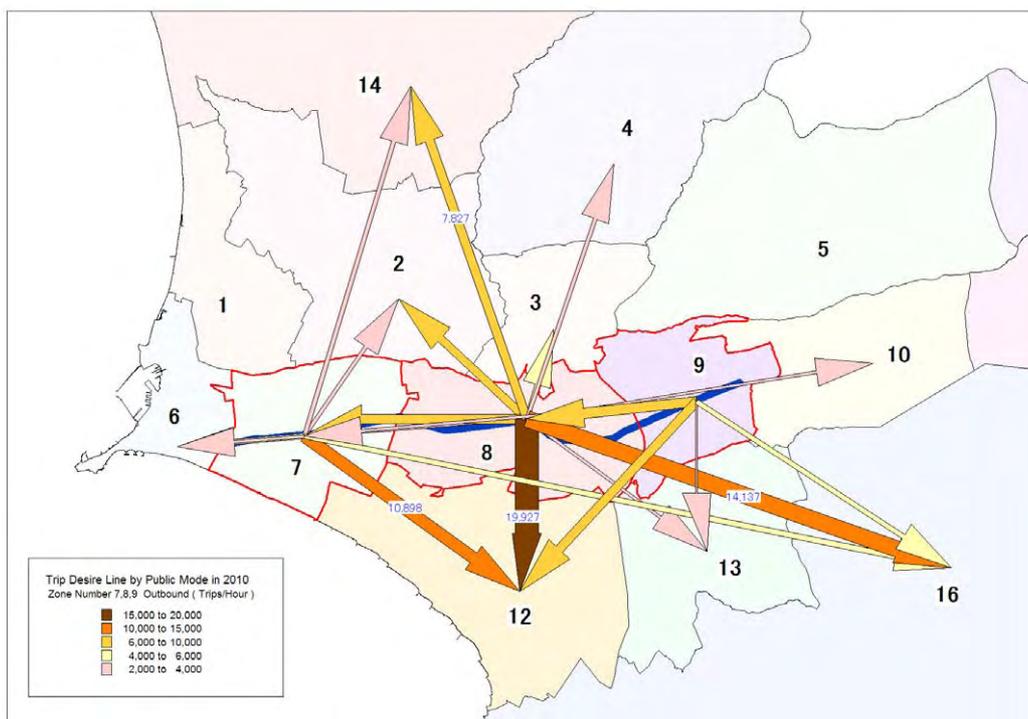


Figura 5.4-4 Líneas de Deseo en las Macrozonas No. 7, 8, y 9 en Dirección Saliente

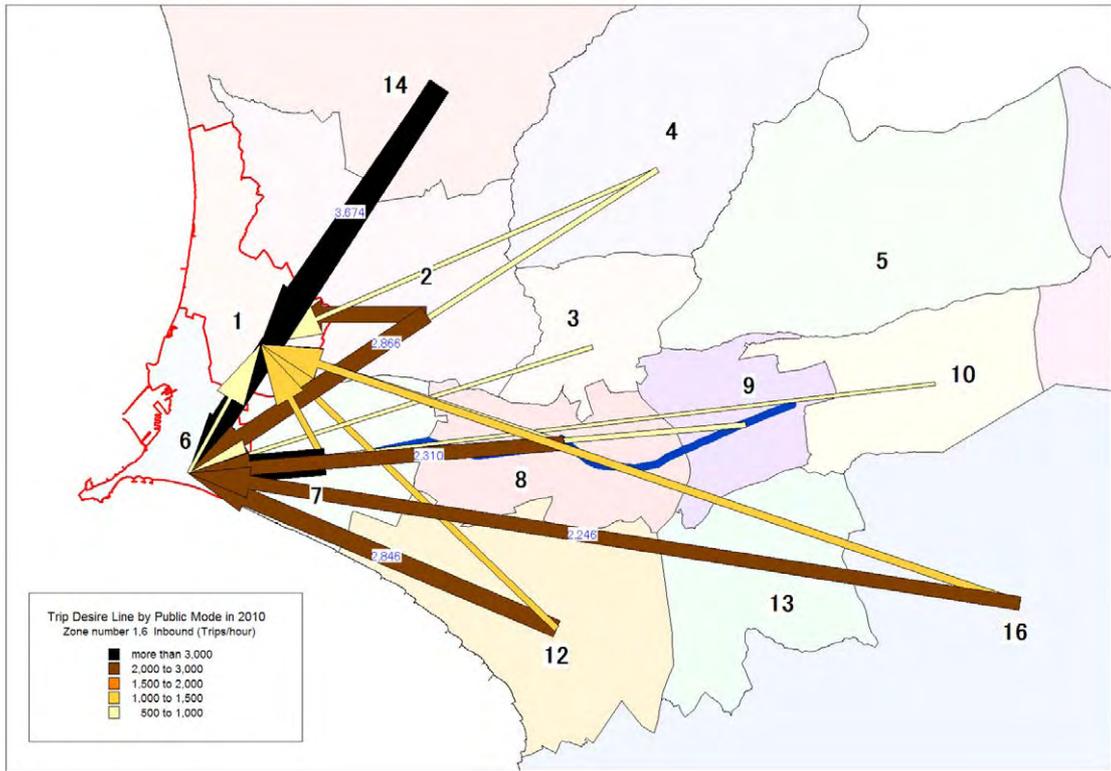


Figura 5.4-5 Líneas de Deseo en las Macrozonas No. 1 y 6 (Callao) en Dirección Entrante

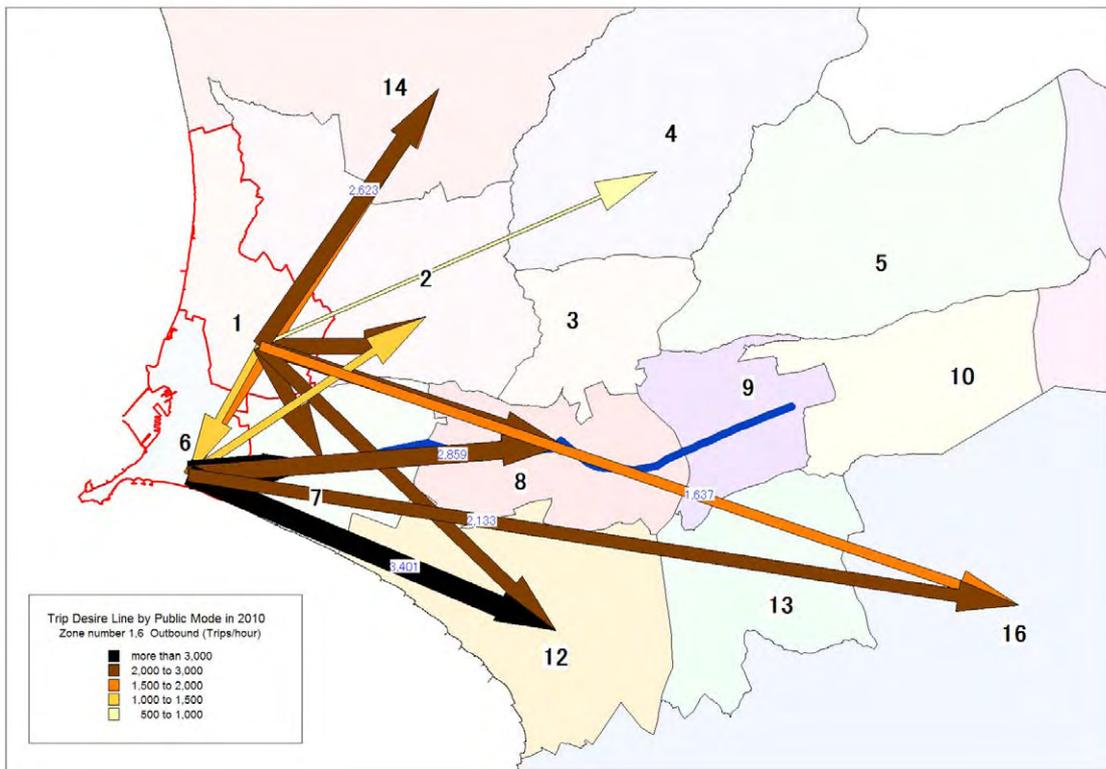


Figura 5.4-6 Líneas de Deseo en las Macrozonas No. 1 y 6 (Callao) en Dirección Saliente

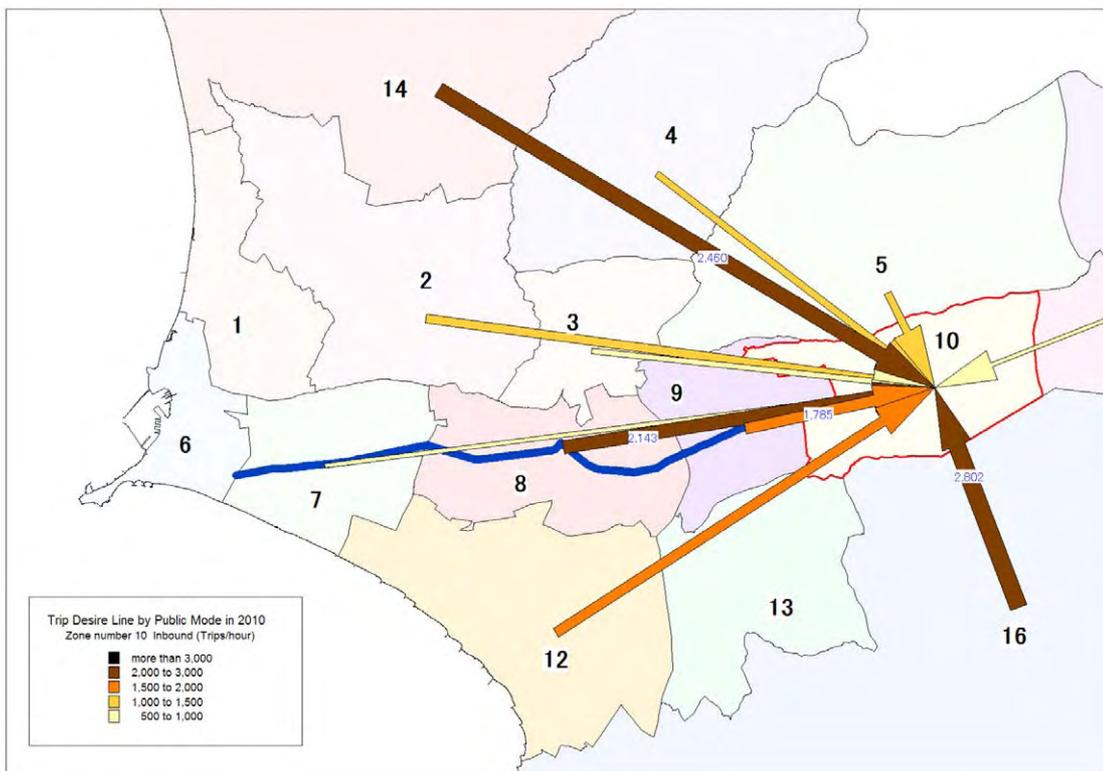


Figura 5.4-7 Líneas de Deseo en la Macrozona No. 10 (Santa Clara) en Dirección Entrante

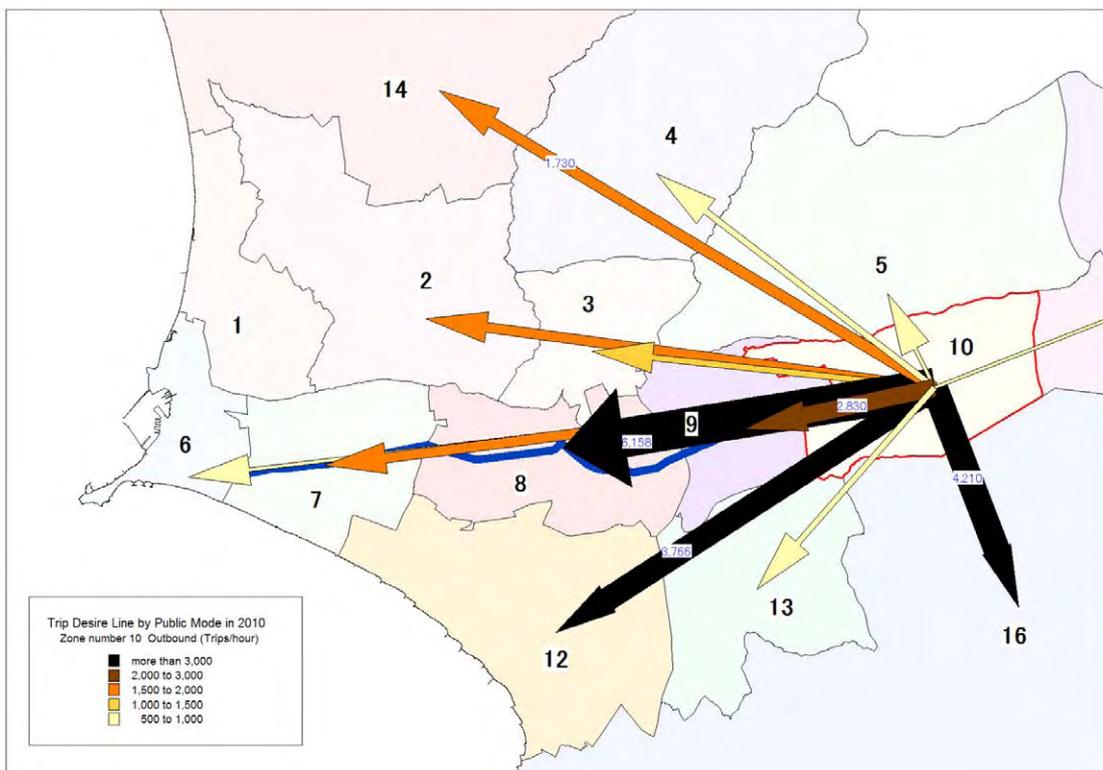


Figura 5.4-8 Líneas de Deseo en la Macrozonas No. 10 (Santa Clara) en Dirección Saliente

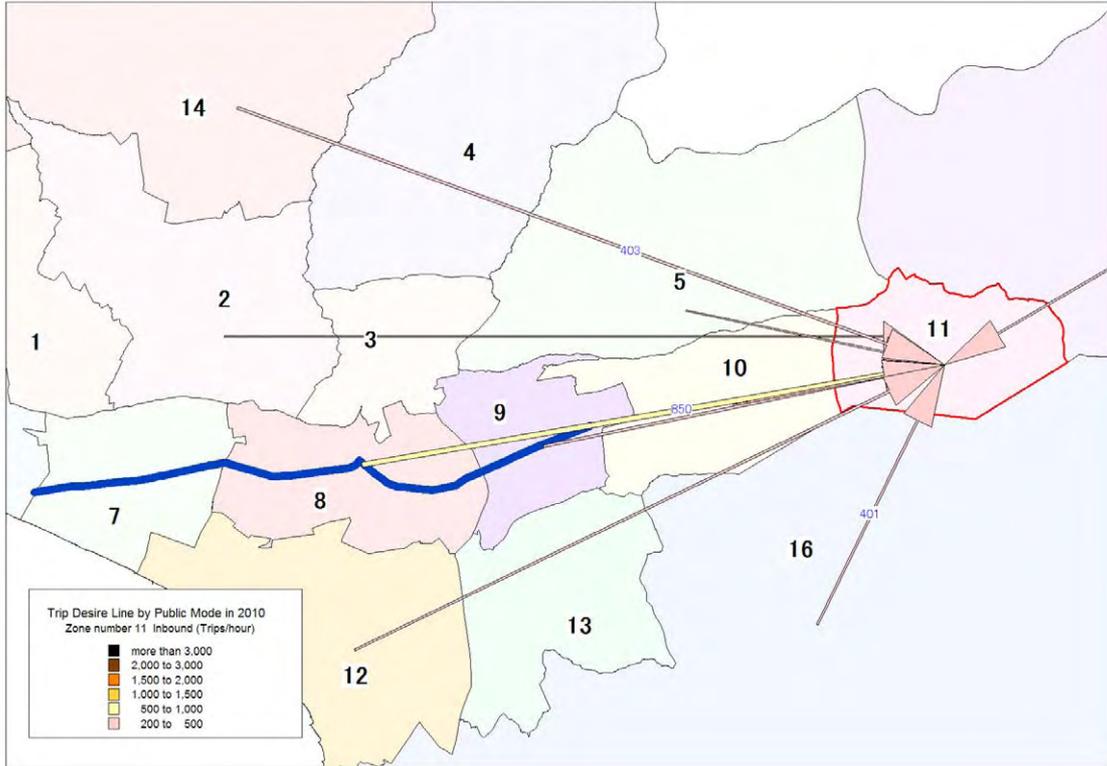


Figura 5.4-9 Líneas de Deseo en el la Macrozona No. 11 (Huaycan) en Dirección Entrante

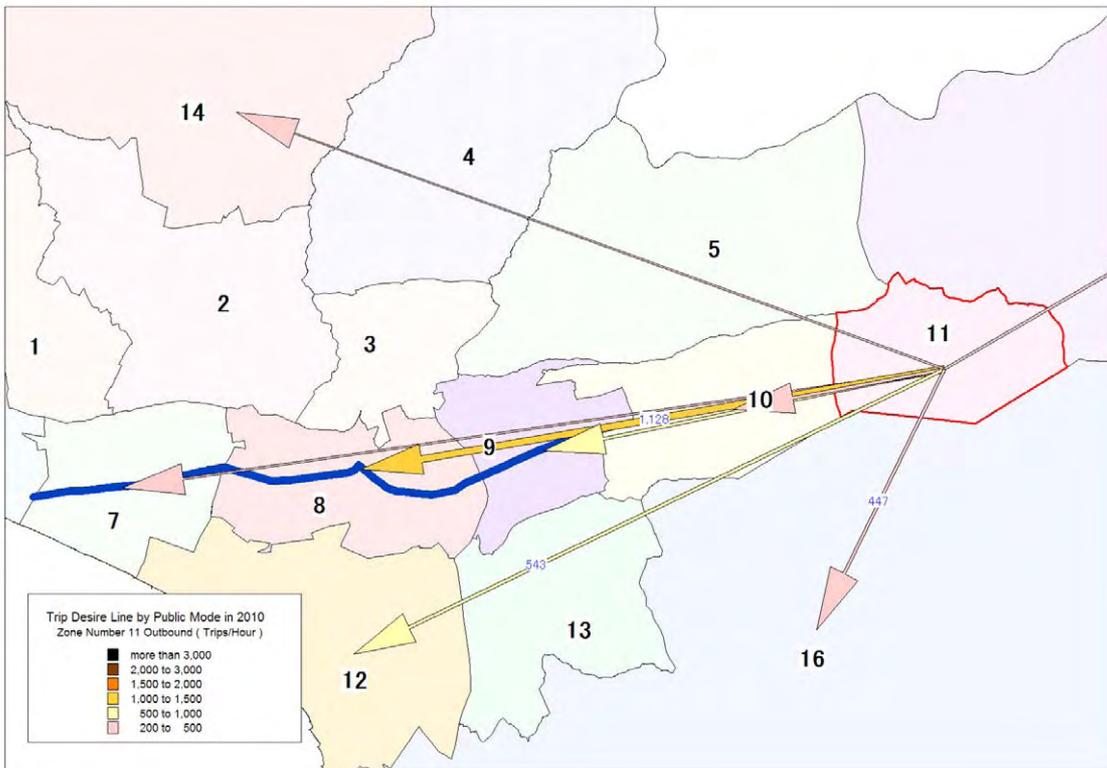


Figura 5.4-10 Líneas de Deseo en la Macrozona No. 11 (Huaycan) en Dirección Saliente

CAPÍTULO 6  
Plan del Sistema Troncal de Buses  
Este-Oeste

## **6. PLAN DEL SISTEMA TRONCAL DE BUSES ESTE-OESTE**

### **6.1. SISTEMA DE BUSES TRONCALES PROPUESTO**

#### **6.1.1. ESQUEMA DEL SISTEMA TRONCAL DE BUSES PROPUESTO**

El sistema actual de buses convencionales tiene varios problemas en el área metropolitana de Lima y Callao, en términos de operación de buses, competencia entre los mismos operadores de buses, taxis y taxi Colectivo, instalaciones de buses, organización de la empresa de buses, y administración. Estos temas fueron discutidos con la contraparte además de varios planes de transporte público propuestos en el Estudio del Plan Maestro.

Entre los proyectos propuestos en el Estudio del Plan Maestro, el proyecto de buses troncales este-oeste se propone como un proyecto de alta prioridad en el año 2010. El sistema troncal de buses este-oeste desarrolla la infraestructura de vías de buses y medidas especiales de operación para el sistema este-oeste principal en la Av. Venezuela y la Carretera Central.

La operación en el sistema propuesto, el bus troncal opera servicios de enlace en la vía segregada de buses con una alta velocidad de operación comercial. Los buses alimentadores recogen a los pasajeros de las zonas periféricas y los llevan a la terminal de transferencia, donde se trasladan a buses troncales. El sistema propuesto de líneas de buses troncales está compuesto por líneas de buses troncales, rutas y buses alimentadores convencionales, en el cual los buses troncales viajan por la vía exclusiva de buses y los demás en carriles de tráfico mixto.

En esta sección, se estudia los siguientes ítems principales.

- 1) Plan de operación de las líneas de buses troncales
- 2) Reubicación de rutas de buses convencionales
- 3) Plan del sistema de tarifas de buses
- 4) Plan de operación del sistema de buses troncales
- 5) Plan de operación del sistema de buses alimentadores
- 6) Efectividad del sistema

#### **6.1.2. POLÍTICA Y ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN**

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

El tipo de servicio de buses en el sistema troncal de buses consiste en buses articulados, y rutas y buses convencionales. El esquema de los servicios de buses se muestra a continuación.

##### **1) Servicio de Buses Troncales**

El servicio de buses troncales 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 sardineles y cercos para asegurar las condiciones de operación como velocidad, puntualidad y seguridad. El sistema de buses troncales tiene un mayor volumen de flujo de pasajeros.

En el estudio, se planifica la vía de buses troncales este-oeste en la Av. Venezuela, Av. Grau, Av. Nicolás Ayllón y Carretera Central, estas vías pasan por las áreas con alta

densidad de población. El bus troncal opera servicios de enlace con el sistema de rutas alimentadoras entre el terminal de buses del Callao y el terminal de Santa Anita.

## **2) Servicio de Rutas de Buses Alimentadores**

La función de los buses alimentadores es complementar el servicio de buses troncales. Los buses alimentadores sirven 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 número menor de pasajeros por bus. Como los buses alimentadores funcionan en vías angostas, la flota está compuesta por buses más pequeños con capacidad para 30 -40 pasajeros, p.ej. Microbús.

En el estudio, las rutas de buses alimentadores se diseñan en el área del Callao, donde el bus alimentador se integra con el terminal del Callao, y las áreas de Santa Clara y Huaycan donde el bus alimentador se integra con el terminal de Santa Anita.

## **3) Servicio de Rutas de Buses Convencionales**

El sistema de rutas de buses convencionales opera rutas de buses distintas a las líneas de buses troncales y rutas alimentadoras. Los buses convencionales operarán en las vías fuera de la vía segregada de buses. En el estudio, el sistema de buses convencionales utiliza el sistema de rutas de buses del Estudio de Concesión de Rutas en 9 Ejes Viales Metropolitanos de la GTU en el cual se definieron dos escenarios de rutas, uno para 202 rutas en 2007 y el otro para 213 rutas en 2012.

En el estudio, se emplea el sistema de 202 rutas como el sistema de buses convencionales en 2010. Sin embargo, se eliminan algunas rutas de buses convencionales por el grado de competencia de las líneas de buses troncales este-oeste.

## **(2) Instalaciones de Vías de Buses**

### **1) Vía de Buses Troncales**

La vía de buses troncales está segregada del resto de carriles del tráfico por algunas estructuras de concreto para asegurar que el servicio regular de buses troncales cumpla con los requisitos del horario y la seguridad del tránsito. La vía de buses está cerrada a los peatones, bicicletas, taxis y otros vehículos motorizados a lo largo del día. El corredor este-oeste que introduce la vía troncal de buses tiene de dos a tres carriles de un solo sentido en ambos lados de la vía para el tránsito motorizado regular.

En el estudio, la vía de buses troncales está ubicada en el centro de la vía (línea divisoria). Se planifica la vía de buses completamente segregada y/o carril prioritario de buses, dependiendo del ancho de la vía y del entorno al costado de la vía.

### **2) Distancia entre Paraderos de Buses**

Las principales determinantes 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 otro factor determinante importante del rendimiento general del sistema de buses. La distancia entre los paraderos también afecta el rendimiento. Cuanto más extensa la distancia entre paraderos, tanto más alta la velocidad comercial. La distancia entre los paraderos de buses en el sistema troncal de buses este-oeste emplea una distancia de 0.8 Km a 1 Km para asegurar velocidad de operación y capacidad de carga de pasajeros.

Se planean dos terminales de buses troncales en el Estudio, uno en el Callao y el otro en Santa Anita. Las ubicaciones detalladas de los terminales se muestran en la Sección 7, Ingeniería Preliminar de la Vía del Sistema Troncal de Buses Este-Oeste.

### 3) Capacidad de las Vías de Buses

En los conteos de flujos de pasajeros de buses en 2006, los flujos máximos de pasajeros en el corredor este-oeste son aproximadamente 25,000 pasajeros / dirección Este a oeste en la hora pico de la mañana. El número máximo de buses es aproximadamente 1,200 vehículos pasando en dirección Este-oeste y 900 buses en dirección este-Oeste del corredor.

La Tabla 6.1-1 muestra la capacidad de las líneas troncales por hora para diferentes frecuencias de servicio (numero de vehiculo/hora). Esta capacidad se calcula asumiendo la frecuencia de operación de buses derivado del intervalo y la capacidad de pasajeros de los buses. Esto muestra la relación entre el intervalo de servicio de los buses 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 intervalo 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*, al 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 bi- articulado juntando tres vehículos (capacidad de 200 o 240 pasajeros).

Tabla 6.1-1 Frecuencia de Servicio y Capacidad de Transporte de la Línea de Buses Troncales

Intervalos de Servicios (Tiempo de Separación entre dos buses consecutivos)	No. de Buses en operación (vehículos/hora) (A)	Capacidad por Bus Articulado (B)	Capacidad de Transporte por hora/carril (pasajeros/dirección/carril) (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	

### (3) Sistema de Operación de Buses

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

El Estudio de Factibilidad propone dos nuevos terminales para la operación de buses troncales. Los terminales permiten transferencias integradas entre las líneas troncales y las rutas alimentadoras en donde los pasajeros pueden realizar transferencias entre los buses sin pagar una tarifa adicional. En este estudio, las rutas convencionales de buses no estarán integradas con el sistema troncal. Por consiguiente, los terminales de buses estarán estructurados para segregar los servicios integrados troncales y alimentadores de buses de las rutas convencionales y otros modos de transporte privados. Los pasajeros de las rutas de buses convencionales pueden realizar transferencias a las líneas de buses troncales en los paraderos pero tienen que volver a pagar una tarifa adicional.

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

Se ha considerado los siguientes dos tipos de sistemas de tarifas en el sistema troncal de buses:

- a) Un sistema de tarifa plana, que es la misma tarifa sin tener en cuenta la distancia del viaje.
- b) Un sistema de tarifa zonal, en el cual la tarifa aumenta de acuerdo a la distancia del 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 ningún equipo de cobro de tarifas.

Se considera los siguientes dos casos alternativos:

1. Alternativa-A: un sistema de tarifa plana con una tarifa adicional en cada punto de transferencia
2. 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 desde / hacia los buses alimentadores o troncales en los terminales o paraderos. Sin embargo, es difícil verificar qué pasajeros han realizado transferencias y cuáles no, sólo por medio de la validación de boletos. Si este sistema se introduce, algunas estructuras segregadas, como las estaciones ferroviarias, necesitan validar a los pasajeros.

En el Estudio de Factibilidad, se propone la alternativa-B en el sistema troncal de buses bajo el sistema integrado de operación mencionado anteriormente.

### A. Sistema Integrado para el Boleto Inteligente

Para poder obtener un alto rendimiento en el sistema de buses troncales y alimentadores, 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.

El sistema de boletaje fuera del bus es un sistema de boletaje inteligente. Ofrece la posibilidad de reducir el tiempo de atención a los pasajeros y, por lo tanto, reducir el tiempo parado del bus y aumentar la velocidad comercial. Este sistema no sólo será efectivo 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 con integración tarifaria
- b) Bus troncal – bus alimentador: sistema con integración tarifaria
- c) Buses troncales y buses alimentadores – bus convencional: sistema sin integración tarifaria
- d) Buses troncales y buses alimentadores – vía férrea: sistema sin integración tarifaria

### B. Sistema Integrado Propuesto en 2010

Sólo existen dos sistemas troncales de buses en el Estudio de Factibilidad en el 2010: COSAC y el sistema troncal de buses Este-Oeste. Por lo tanto, en el Estudio de Factibilidad, el sistema integrado de tarifas en el 2010 es aplicado independientemente

por cada proyecto como periodo de transición hacia el sistema de tarifas totalmente integrado en el 2025. En otras palabras, el proyecto COSAC aplica el sistema integrado de COSAC, y el proyecto troncal Este-Oeste planifica inicialmente las siguientes tarifas óptimas.

- a) Sistema troncal de buses Este-Oeste: S./1.5- 2.0
- b) Rutas de Buses convencionales: S./1.0
- c) Se aplicará una tarifa para cada modo de transporte público para la transferencia entre el transporte público.

La tarifa de buses detallada se analiza en la Sección 6.4, Plan del Sistema de Tarifas de Buses.

### 3) *Flota de Buses*

En Lima, el transporte de buses es el modo principal de transporte público y la demanda del transporte público es entre el 70 y 80% del transporte motorizado total, 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 del servicio.

Las ventajas generales de los buses grandes son las siguientes.

- Los costos operativos por unidad disminuyen por la capacidad ofrecida al aumentar el tamaño de la flota de buses.
- 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 del servicio aumenta.
- La maniobrabilidad de los vehículos disminuye con el tamaño de los buses.
- 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: Un bus articulado con dos cuerpos y con capacidad para 150-170 pasajeros es utilizado para la vía de buses troncales. La capacidad de pasajeros de los buses troncales es casi 2 – 5 veces mayor, en comparación con las capacidades actuales de los Ómnibus y Microbús.

- Bus troncal: 150 - 170 pasajeros / unidad (bus articulado)
- Bus alimentador: 30 – 40 pasajeros / unidad (microbús)
- Bus convencional: 15 –100 pasajeros / unidad (bus convencional)

## 6.2. PLAN DE LÍNEAS DE BUSES TRONCALES Y RUTAS DE BUSES ALIMENTADORES

### 6.2.1. SISTEMA PROPUESTO DE LÍNEAS DE BUSES TRONCALES

Las rutas de buses convencionales en las principales vías se encuentran organizadas de acuerdo a los volúmenes de pasajeros. La Figura 6.2-1 muestra un diagrama de las rutas de buses convencionales en las vías del estudio, en donde muchas rutas de buses se superponen. El sistema de líneas de buses troncales estará compuesto por líneas de buses troncales, rutas de buses alimentadores y rutas de buses convencionales, en las cuales los buses troncales viajarán en una vía exclusiva de buses y el resto de rutas en carriles de tránsito mixto. El diagrama en la Figura 6.2-2 ilustra la configuración del sistema de buses troncales.

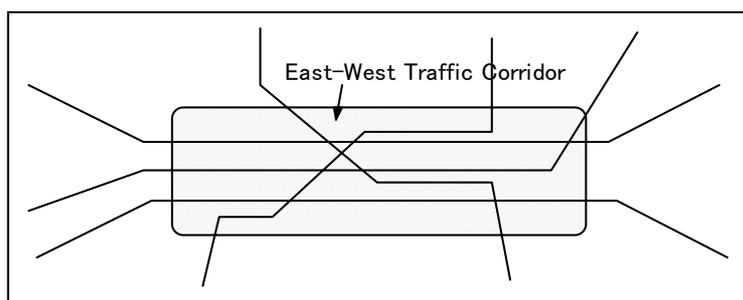


Figura 6.2-1 Sistema de Buses Convencionales

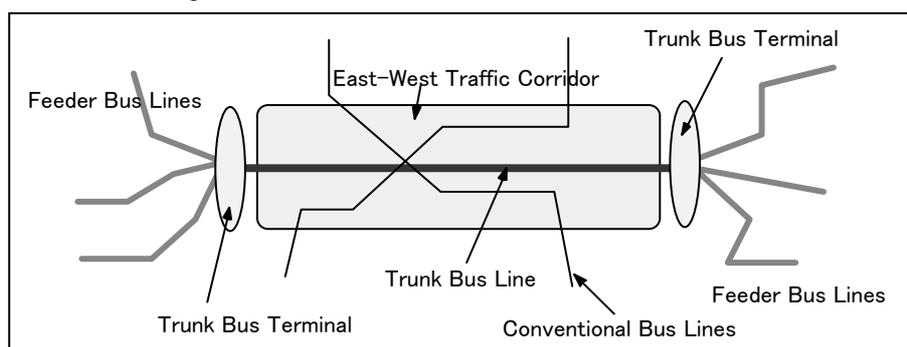


Figura 6.2-2 Sistema de Líneas de Buses Troncales (Servicio Tronco-Alimentador)

### 6.2.2. LÍNEA DE BUSES TRONCALES

Dado que las características de los pasajeros, tal como volumen y/o flujo, son diferentes entre el Callao-Centro de Lima y Centro de Lima-el suburbio este (Santa Clara y Huaycan), las líneas troncales de buses se diseñan considerando dichas características. La Figura 6.2-3 muestra la configuración de la línea troncal de buses en el sistema troncal de buses este-oeste. Se propone las siguientes tres líneas de buses troncales.

- 1) Línea-1: Estación Central Plaza Grau- Terminal de Buses Troncales de Santa Anita
- 2) Línea-2: Terminal de Buses Troncales del Callao – Estación Central Plaza. Grau
- 3) Línea-3: Terminal de Buses Troncales del Callao- Terminal de Buses Troncales de Santa Anita

El bus troncal opera un servicio de enlace entre los terminales de acuerdo a la demanda de los pasajeros. p.ej. un pasajero de la línea C300102 puede transferirse al servicio de la línea C300121 y así mismo, con el resto de líneas del mismo sistema Este-Oeste.

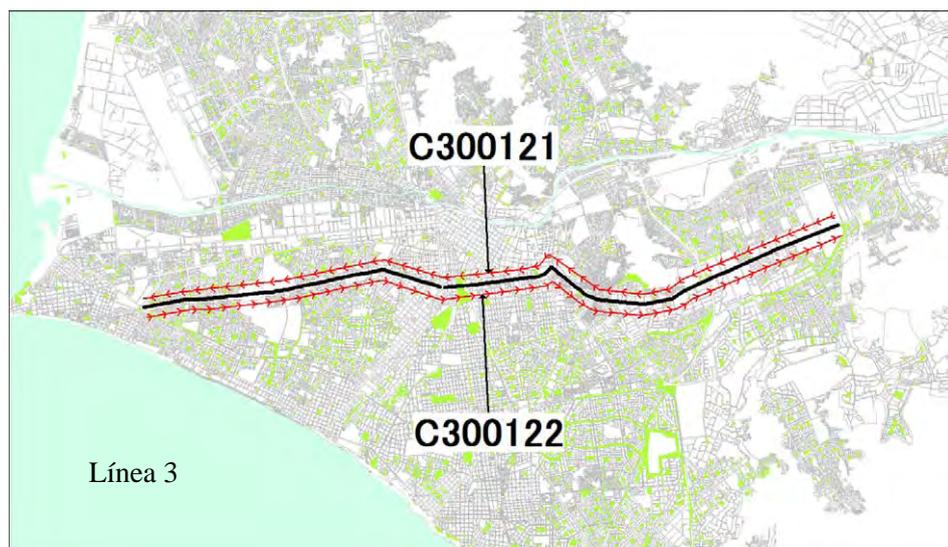
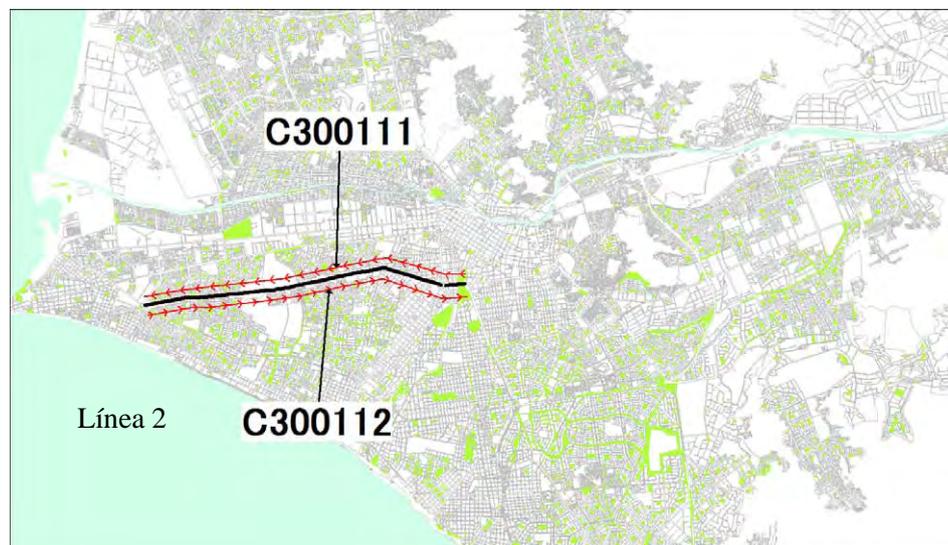
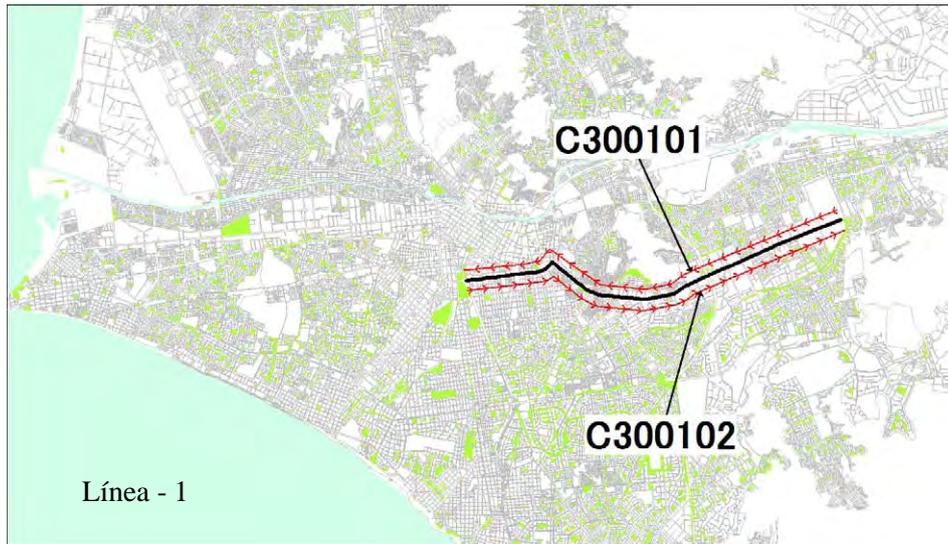


Figura 6.2-3 Configuración de Líneas de Buses Troncales

### 6.2.3. LÍNEAS DE BUSES CONVENCIONALES

#### (1) Rutas de Buses Convencionales respecto al Sistema Troncal de Buses Este-Oeste

Cuando se construya la vía troncal de buses del sistema troncal este-oeste, las líneas de buses convencionales con permiso de operación en esas vías deberán ser reubicadas e eliminando aquellas que se superponen con las líneas de buses troncales. La Figura 6.2-4 muestra el número de rutas de buses que pasan por las mismas vías del sistema troncal de buses EO en el sistema de rutas del 2007. El número máximo de rutas de buses es 23 rutas/sentido. La Figura 6.2-5 muestra como se superpone la configuración de las rutas de buses convencionales con las líneas de buses troncales, las cuales suman 73 rutas / sentido. Por otro lado, el número de rutas de buses convencionales que no se superponen con las líneas de buses troncales es de 331 rutas / sentido.

Entre las 73 rutas / sentido, las rutas de buses convencionales son eliminadas de acuerdo a algunos criterios que se muestran en la siguiente sección.

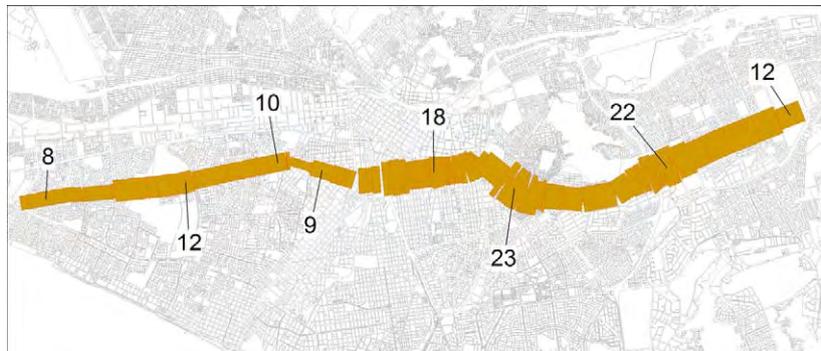
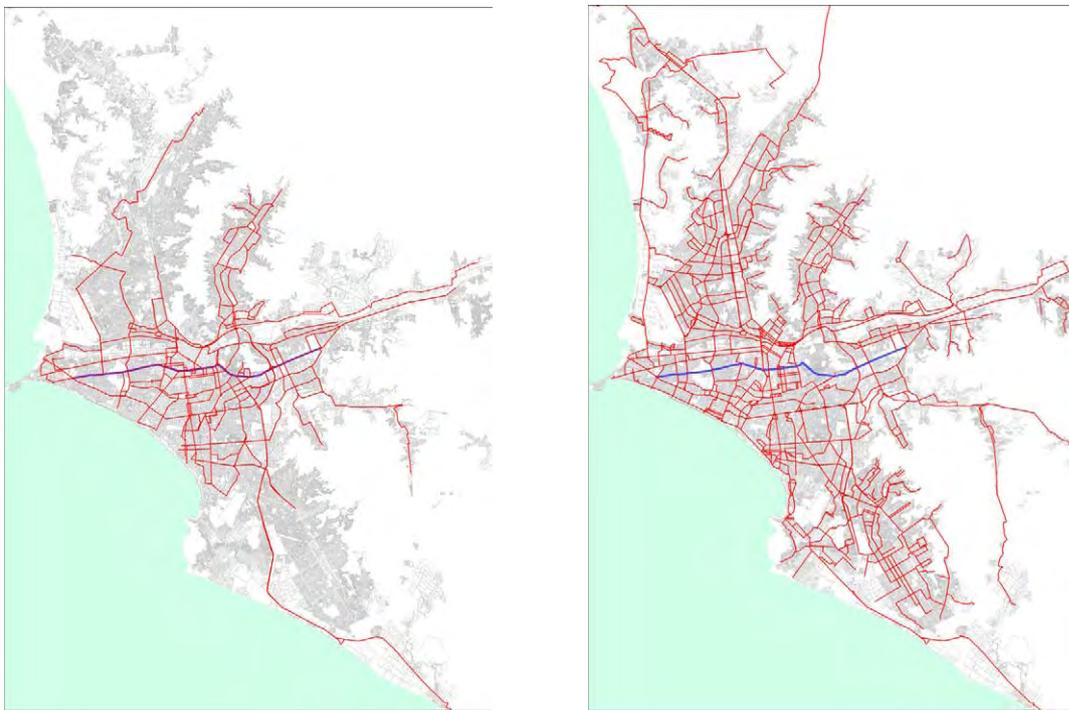


Figura 6.2-4 Número de Rutas de Buses Convencionales en las Vías del Sistema Troncal de Buses Este-Oeste / sentido



73 Rutas Convencionales de Buses Superpuestas/por sentido

331 Rutas Convencionales de Buses No Superpuestas

Figura 6.2-5 Rutas de Buses Convencionales superpuestas y no superpuestas con las Líneas del Sistema Troncal de Buses

## (2) Eliminación de Líneas de Buses Convencionales

La eliminación de las líneas de buses convencionales se examina en base de las siguientes consideraciones:

- 1) Grado de similitud de la configuración entre las rutas de buses convencionales y Líneas troncales
- 2) Distancia de la ruta superpuesta con las líneas troncales

La Tabla 6.2-1 y la Figura 6.2-6 muestran la relación entre el ratio superpuesto y el número de rutas convencionales. Considerando el grado de similitud de la configuración de la ruta, un ratio superpuesto de 20% o más con relación a la distancia total de la ruta es óptimo para la eliminación de una ruta. En el caso de un ratio de 20% o más, 22 rutas / sentido, equivalente a 30% del total de las rutas de buses, son eliminadas de las rutas de buses convencionales superpuestas con las líneas troncales de buses este-oeste.

Tabla 6.2-1 Relación entre el Ratio Superpuesto y el Número de Rutas

Duplicated Ratio (%)	Accumulated No. of Lines	Ratio of Elimination	Overlapped Ratio (%)	No. of Lines
>0	73	100.0%	>0	73
10 or more	32	43.8%	0-10	41
20 or more	22	30.1%	11-20	10
30 or more	18	24.7%	21-30	4
40 or more	11	15.1%	31-40	7
50 or more	7	9.6%	41-50	4
60 or more	6	8.2%	51-60	1
70 or more	6	8.2%	61-70	0
80 or more	0	0.0%	71-80	6
90 or more	0	0.0%	81-90	0
100	0	0.0%	100	0

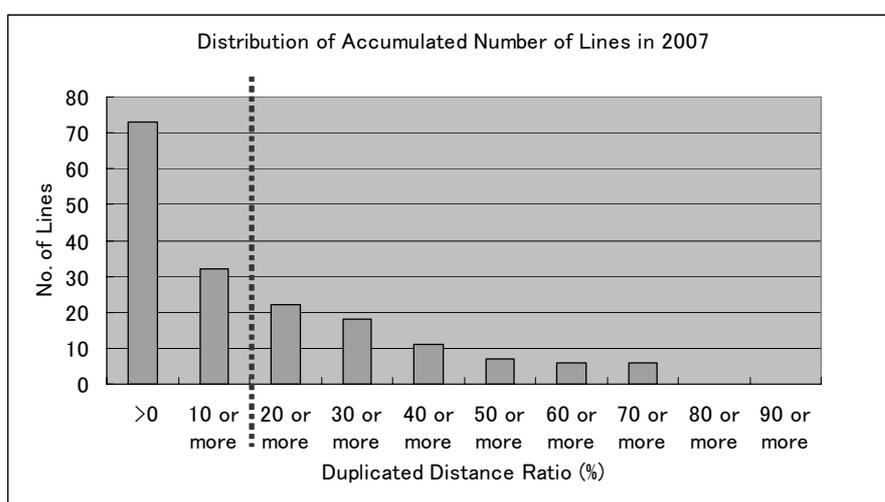


Figura 6.2-6 Distribución del Número Acumulado de Líneas de Buses con respecto al Ratio de Distancia Superpuesta

La Figura 6.2-7 y Figura 6.2-8 muestran las típicas rutas de buses eliminadas por una superposición de 20% o más de la distancia total de las líneas troncales este-oeste, en la cual la línea amarilla es la línea de buses troncales y la línea roja es la ruta convencional eliminada. Esas líneas muestran el alto grado de superposición desde el punto de vista del grado de similitud de la configuración entre las rutas de buses convencionales y líneas troncales.

La Figura 6.2-9 muestra la configuración de la ruta convencional que está superpuesta con un ratio de 20% o más de la distancia total de la línea de buses troncales este-oeste. Se eliminan las 22 rutas convencionales / sentido para evitar superposición.



Figura 6.2-7 Rutas de Buses Típicas Eliminadas por Superposición con la Línea de Buses Troncales Este-Oeste

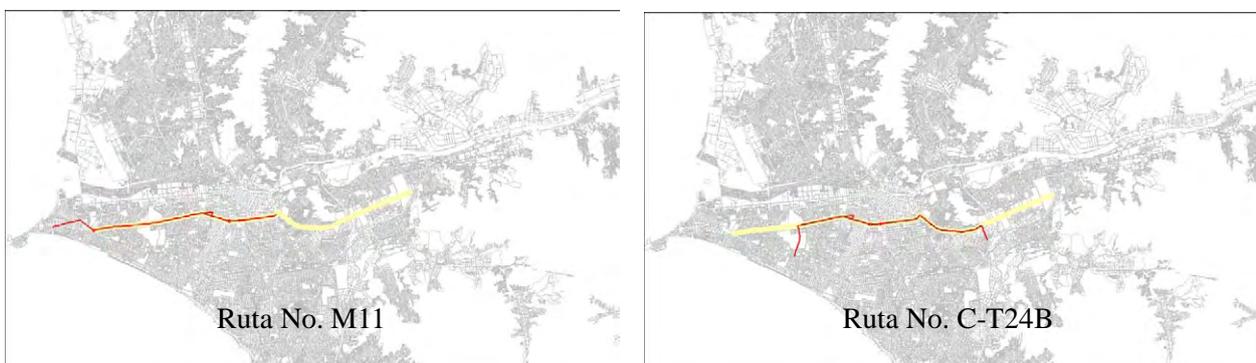


Figura 6.2-8 Rutas de Buses Típicas Eliminadas por Superposición con la Línea de Buses Troncales Este-Oeste

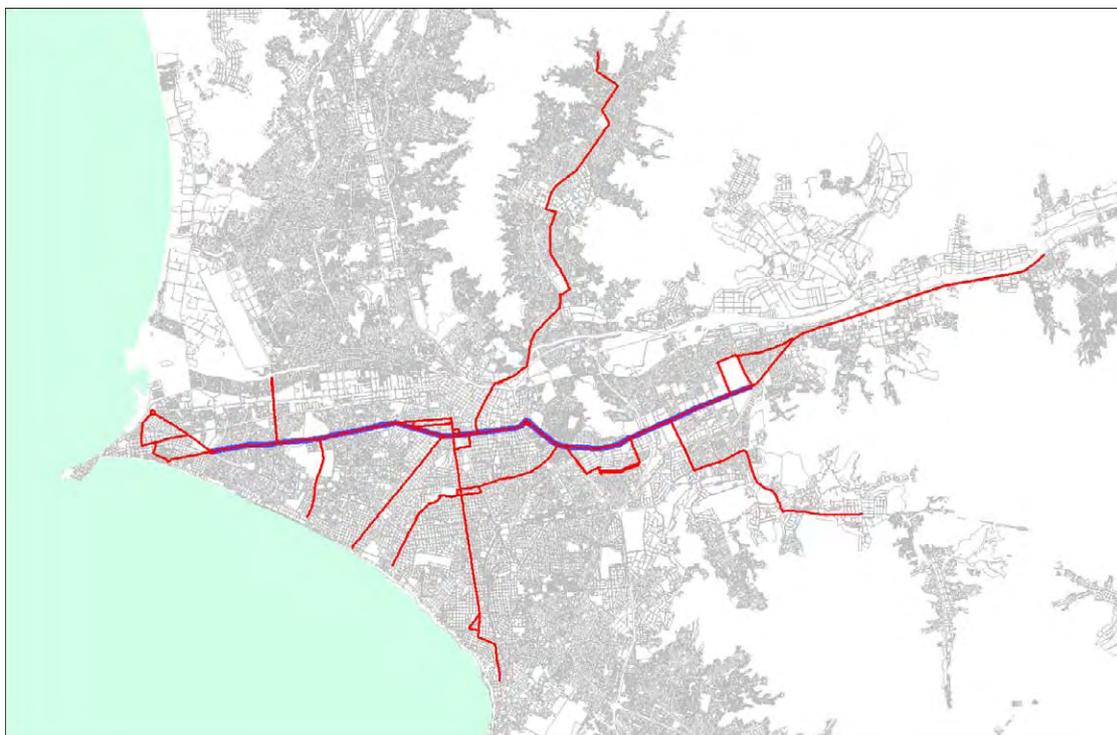


Figura 6.2-9 22 Rutas de Buses Convencionales (20% o más de grado de superposición de itinerario con relación a la Distancia Total de la Línea)

Tabla 6.2-2 Eliminando 22 Rutas Convencionales/un sentido

No.	Route Name	No.	Route Name
1	M1-o	13	C-T6arequipa-n
2	M1-e	14	C-T7arequipa-n
3	A61-n	15	C-T24B-o
4	A61-s	16	C-T24B-e
5	M2-e	17	T6-o
6	M2-o	18	T6-e
7	M11-e	19	C-T6arequipa-s
8	M11-o	20	C-T7arequipa-s
9	M3-n	21	Ruta-1-o
10	M3-s	22	Ruta-1e
11	C-T5arequipa-n		
12	C-T5arequipa-s		

### (3) Efectos de la Eliminación

Se anticipa varios problemas relacionados con la ejecución del proyecto al introducir el sistema de buses troncales en el área metropolitana de Lima y Callao. De estos problemas, probablemente habrá una objeción por parte de los empleados de las empresas operadoras que deseen asegurar sus empleos cuando se complete la eliminación de las rutas de buses convencionales. Como se está eliminando 22 rutas convencionales para evitar la superposición, los empleados respectivos serán afectados por la eliminación.

La Tabla 6.2-3 muestra el número de empresas de buses y flotas de buses en el Área Metropolitana de Lima y Callao. La Tabla 6.2-4 muestra los factores de empleo para chóferes y conductores que se obtuvieron de los gerentes de las 12 empresas más representativas en Lima de la encuesta a empresas de buses. El promedio de chóferes y conductores por bus es 1.68 y 1.51, respectivamente. Los trabajadores de administración y mantenimiento se muestran en la Tabla 6.2-5, para el cual también se obtuvo información de la encuesta a empresas de buses. Se ha excluido a aproximadamente 6,000 trabajadores administrativos porque son propietarios de vehículos que no están directamente relacionados con la operación diaria de los buses. De la información anterior, el número de empleados afectados por la eliminación de 22 rutas de buses sentido es aproximadamente 1,000 personas considerando el escenario de implementación de 2010 suponiendo el total de empleados en la red de rutas de 2004 (ver la Tabla 6.2-6). Las cifras sólo calculan a los empleados que trabajan en la operación diaria de los buses.

Tabla 6.2-3 Número de Empresas de Buses y Flotas de Buses en el Área Metropolitana de Lima y Callao

	Callao	Lima	Total
Bus Companies	146	336	482
Number of Bus Fleets	7,863	24,507	32,370

(Fuente: GTU-MML)

Tabla 6.2-4 Factores de Empleo para Chofer y Conductor

	Total	Ratio
Total Bus Fleets	1,898	
Drivers/bus	3,184	1.68
Conductors/bus	2,862	1.51

(Fuente: Equipo de Estudio)

Tabla 6.2-5 Trabajadores para Administración y Mantenimiento

Position	Ratio of Companies which has Related Position 1)	Average Number of Workers per Company 2)	Total Administrative workers
Manager	100%	1	482
Secretary	86%	1	415
Accountant	93%	1	450
Advisor	87%	1	419
Analyst	18%	1	88
Dispatcher	83%	4	1600
Controller	61%	1	296
Marketing	12%	2	120
Fuel dispenser	34%	2	330
mechanics	19%	4	372
Security agent	40%	4	780
Doorman	13%	1	65
Cleaning	48%	2	460
Solicitor	11%	1	53
Others	16%	1	77
Total Workers			6007

Note: 1): from the Company Survey  
2): Study Team

Tabla 6.2-6 Empleados Afectados por las Rutas de Buses Eliminadas en 2010

Items	Volumes
(1) Bus Operating Conditions	
Kilometer /vehicles/day *	250
Vehicle-Kilimeter/day in 2010	2,840,274
Total Number of Operated Vehicles/day	11,361
Number of Cycles/ vehicle/day *	3.0
(2) Employees	
Drivers	6,353
Conductors	5,710
Office Workers	6,000
Total Operated Persons	18,063
(3) Line Condition	
No. of Lines in 2004/loop	625
No. of Lines in 2007/loop	202
(4) Condition of Operated Workers	
Average Operated Workers/line in 2004 Line Network	28.9
Average Operated Workers/line in 2007 Line Network	89.4
No. of Eliminating Lines/loop in the 2007 Line Network	11
Effected Workers	1,000

Note: \* Company Survey

#### 6.2.4. LÍNEAS DE BUSES ALIMENTADORES

##### (1) Política de Planificación de Rutas y/o Líneas

La función de los buses alimentadores será la de complementar el servicio de buses troncales. El sistema alimentador opera en un área alrededor de un terminal de buses troncales para llevar a los pasajeros hacia y desde el terminal. Su área de servicio estará limitada a un área relativamente pequeña en los suburbios, con una distancia de ruta relativamente corta y un menor número de pasajeros por bus. Además, los buses alimentadores viajan en calles mas angostas.

El Estudio del Plan Maestro reveló que el sistema de buses troncales es necesario para un sistema de transporte masivo y rápido, y el servicio de buses alimentadores se requiere para diseñar las rutas alimentadoras de buses en las áreas residenciales y con una tarifa baja.

- 1) La función del servicio de buses alimentadores es dar apoyo al desarrollo de las actividades socioeconómicas de la población, tales como:
  - Apoyar las actividades públicas para ir a trabajar, ir al colegio, ir de compras, etc.
  - Apoyar las actividades de las personas pobres
  - Apoyar la actividad comercial en los centros comerciales
- 2) La política del diseño del sistema de rutas y/o líneas es la siguiente:
  - Conexión entre área residencial y área comercial, hospitales, colegios, instalaciones públicas, etc.
  - Conexión de áreas residenciales sin servicio de transporte pero con vías angostas en las cuales no pueden operar los buses.
- 3) La política de la operación de buses alimentadores es la siguiente:
  - El bus alimentador opera de acuerdo a la demanda de pasajeros (equilibrio entre la oferta y la demanda).
  - La tarifa del bus alimentador es la más baja posible.

Las redes de rutas de buses alimentadores se diseñan en el Callao, Santa Clara y Huaycan en consideración de las políticas de planeamiento arriba mencionados. Las rutas alimentadoras de buses en el Callao se conectan con el terminal de buses troncales del Callao, mientras que en Santa Clara y Huaycan las rutas de buses se conectan con el terminal de Santa Anita.

## **(2) Plan de Rutas**

### **1) Callao**

La configuración de las rutas de buses alimentadores se prepara de acuerdo a la siguiente política.

- Conexión con principales instalaciones de transporte como el aeropuerto internacional, el puerto del Callao, La Punta (promontorio) y el terminal de buses troncales del Callao.
- Diseñar la red alimentadora en vías más amplias con 4 carriles o más para la fácil operación de una flota de buses alimentadores.
- Diseñar la red alimentadora de buses en la dirección de las líneas de deseo de mayor demanda de viaje.

### Línea Alimentadora Alternativa Caso-1

El Callao tiene 31 rutas de buses convencionales que operan dentro del Callao en 2006. Actualmente, el Callao planifica la reubicación e integración de las rutas de buses convencionales y se ha propuesto 15 rutas / circuitos convencionales nuevas en lugar de las 31 rutas. El caso-1 de la red alimentadora se diseña 4 rutas alimentadoras sobre la base de la política anterior (ver la Figura 6.2-12 y la Tabla 6.2-7). Entre las rutas convencionales nuevas, de las rutas de buses alimentadores, sólo permanecen las rutas conectadas a las principales instalaciones de transporte como el aeropuerto internacional, el puerto del Callao, La Punta (promontorio) y el Terminal de buses troncales del Callao. Estas rutas

coinciden con la dirección demanda de viaje más elevada. Los buses alimentadores realizan viajes completos en las rutas alimentadoras (Ver Figura 6.2-14 ).

### Línea Alimentadora Alternativa Caso-2

La red de rutas de buses alimentadores del Callao se diseñan sobre la base de las 15 nuevas rutas convencionales señalada en la política anterior. Como la nueva configuración de red de rutas de buses convencionales coincide con la política anterior, las rutas alimentadoras de buses se diseñan sobre las mismas líneas nuevas propuestas por la Municipalidad del Callao, con la diferencia que la ruta alimentadora de buses se conecta con el Terminal de buses troncales del Callao. Para el caso 2 se diseñan 15 rutas / circuitos de la red alimentadora (ver la Figura 6.2-13 y Tabla 6.2-7). Los buses alimentadores realizan viajes completos en las rutas alimentadoras.

#### **2) Santa Clara y Huaycán**

La configuración de la red de rutas de buses alimentadores dentro de Huaycán y Santa Clara se plantean considerándose las siguientes políticas.

- Conexión a servicios importantes tales como hospitales, colegios, mercados y facilidades deportivas. La Figura 6.2-10 y Figura 6.2-11 muestran la ubicación de las instalaciones principales en Huaycan y Santa Clara.
- Tomar como referencia las rutas de buses convencionales que operan dentro de estas áreas.
- Se superpone parcialmente con rutas de buses convencionales. Esto porque ya existe un servicio de rutas de buses convencionales en zonas con una demanda de pasajeros más alta y que conectan las áreas residenciales con las áreas comerciales, hospitales, colegios, instalaciones públicas, etc. Sin embargo, la ruta alimentadora conecta la terminal de buses de Santa Anita a todas esas áreas, mientras que cada ruta de buses convencionales desde / hacia Santa Clara y Huaycán tienen destinos distintos. El destino de los buses de las rutas convencionales y rutas alimentadoras no se superponen.

### Línea Alimentadora Alternativa Caso-1

La Tabla 6.2-7 muestra el número de rutas de buses alimentadores en la red alimentadora Caso-1. La red alimentadora Caso-1 considera 3 rutas para cada área como se muestra en la Figura 6.2-12. Son pocas las rutas pero la ruta opera para conectar muchos servicios en un solo viaje (Ver Figura 6.2-14) Por lo tanto, la distancia de la ruta entre el origen y destino es más extensa que el caso 2.

### Línea Alimentadora Alternativa Caso-2

La Red alimentadora Caso 2 considera 5 rutas como se muestra en la Figura 6.2-13 y la Tabla 6.2-7. Hay un número más grande de rutas que en el caso 1. La ruta operativa conecta directamente el origen y el Terminal de Santa Anita. Por lo tanto, la distancia del viaje es más corta que en el Caso-1. La Figura 6.2-15 muestra la ruta de operación en el caso -2.

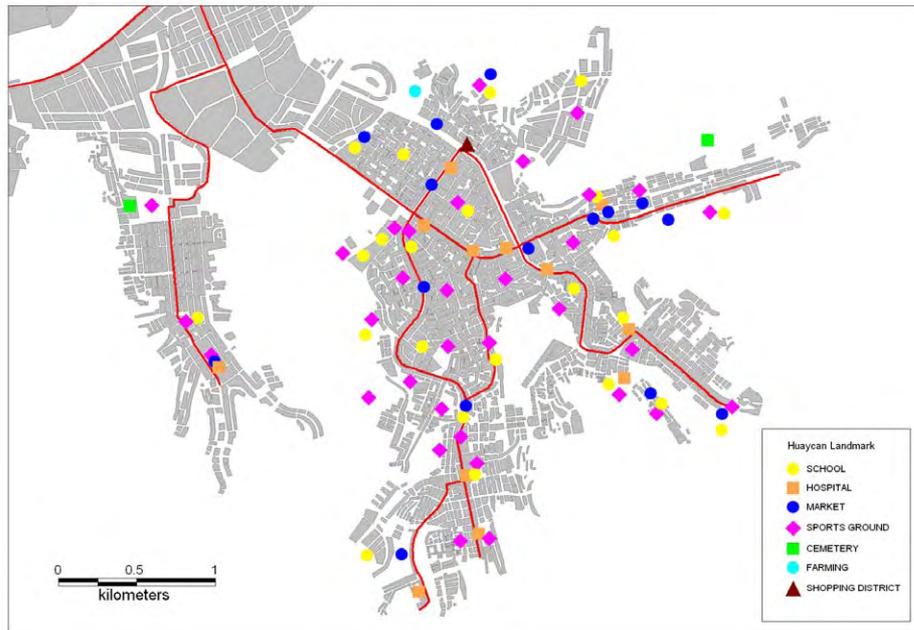


Figura 6.2-10 Instalaciones Principales en Huaycán

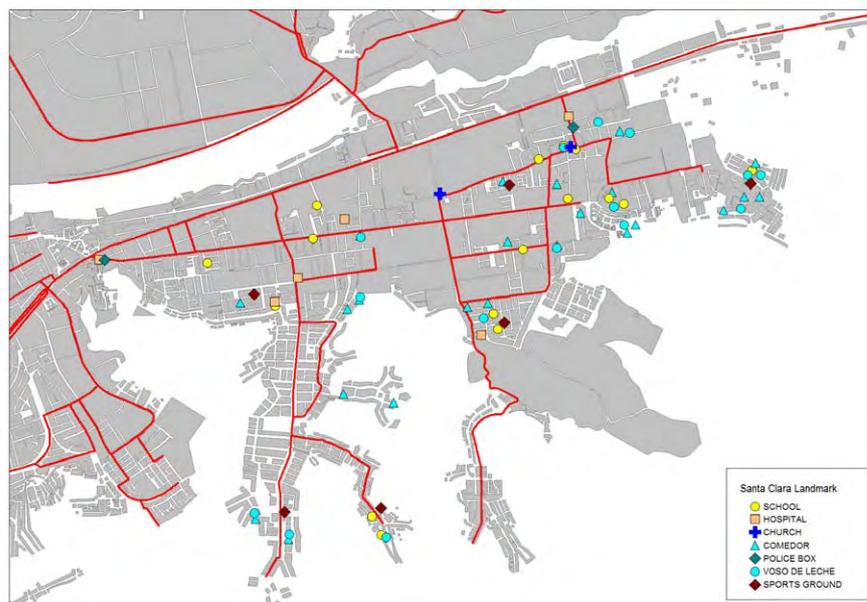


Figura 6.2-11 Instalaciones Principales en Santa Clara

Tabla 6.2-7 Número de Rutas de Buses Alimentadores

(Unidad: Número de rutas/circuitos de buses alimentadores)

	Feeder Case-1	Feeder Case-2
Callao	4	15
Santa Clara	3	5
Huaycan	3	5

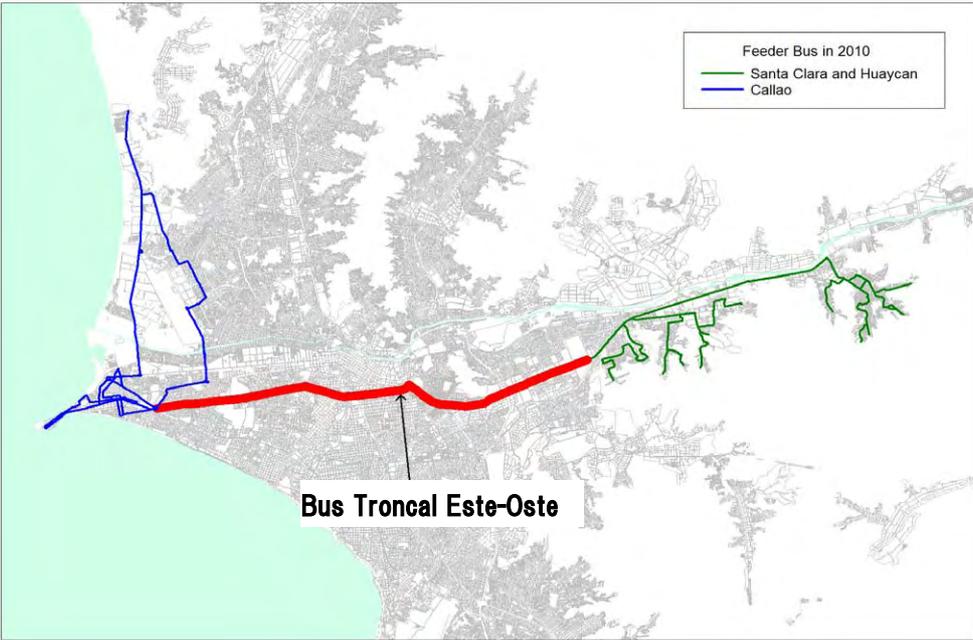


Figura 6.2-12 Red de Rutas de Buses Alimentadoras – Caso 1

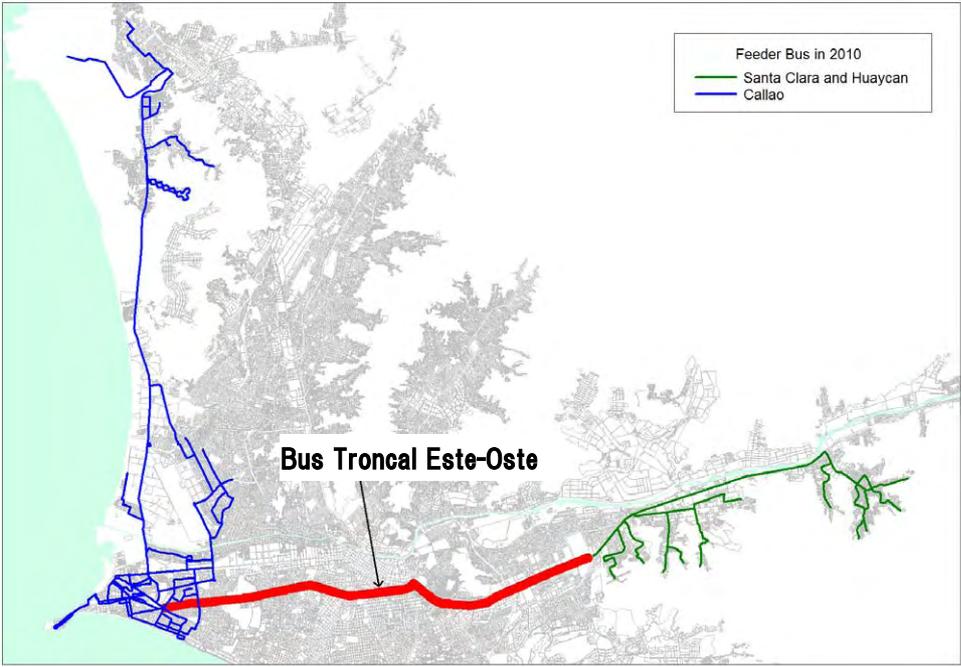


Figura 6.2-13 Red de Rutas de Buses Alimentadores – Caso 2

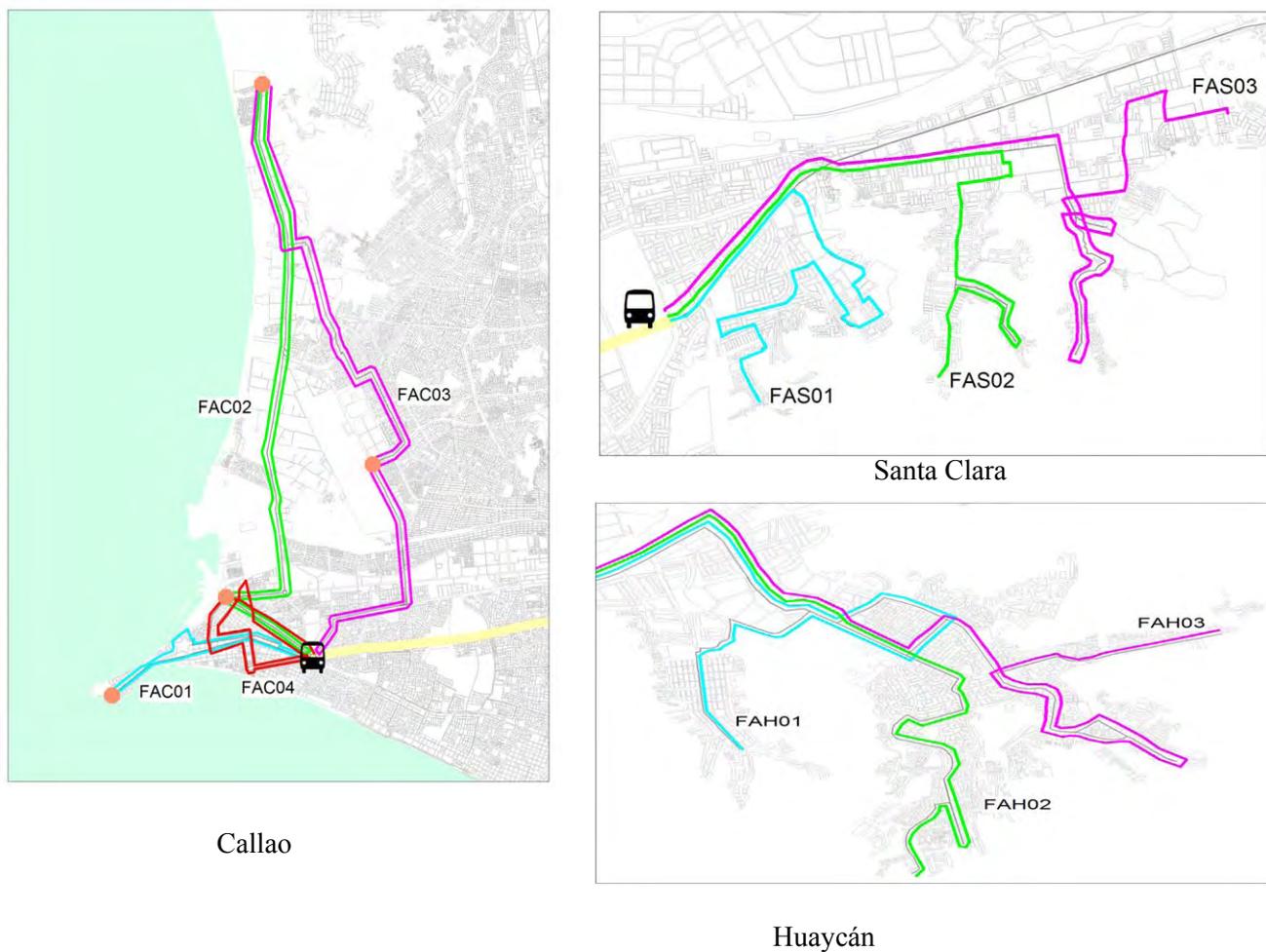


Figura 6.2-14 Operación de Buses Alimentadores– Caso 1

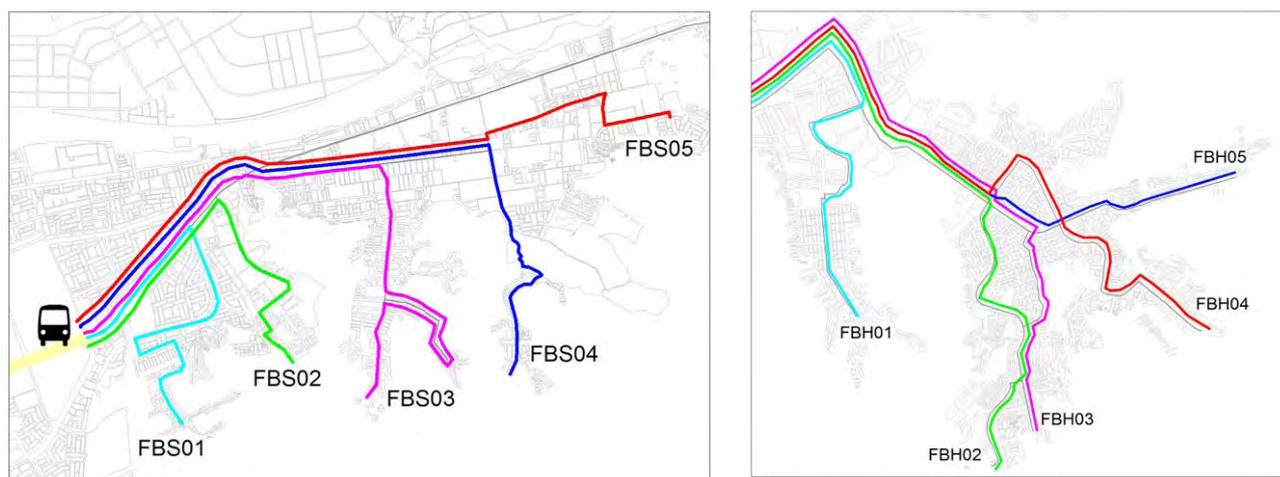


Figura 6.2-15 Red de Rutas de Buses Alimentadores – Caso 2

### 3) Población Cubierta por el sistema

Las áreas cubiertas y población en el caso-1 y caso-2 de la red de buses alimentadores se muestran en la Tabla 6.2-8 y Tabla 6.2-9 en donde en el Callao sólo se considera área de cobertura la parte Sur, debido a que el sistema de buses troncales no afecta directamente la

parte norte. El análisis del sistema de la red de buses alimentadores en la Sección 13.4.3 muestra que se requiere preparar un servicio mínimo de red de rutas de buses para servir un ratio de población cubierta de 70% o más. Dado que el ratio del área cubierta en el área alimentadora considerada en el caso-1 es 75%, las redes de rutas alimentadoras en esas áreas cubrirán la necesidad de la densidad limitada de red. El caso-2 también excede la densidad limitada.

Tabla 6.2-8 Área y Población Cubierta por la Red Rutas de Buses Alimentadores Caso-1

	Zone Area (km2)	Covered Area (km2)	Covered Ratio (%)	Total Population	Covered Population
Huaycan	16.4	12.1	74%	72,000	53,300
Santa Clara	21.6	18.5	86%	105,700	90,500
Callao (excluding Airport Area)	43.9	33.1	75%	589,100	443,700

Tabla 6.2-9 Área y Población Cubierta por la Red Rutas de Buses Alimentadores Caso-2

	Zone Area (km2)	Covered Area(km2)	Covered Ratio(%)	Total Population	Covered Population
Huayca	16.4	12.5	77%	72,000	55,100
Santa Clara	21.6	17.8	82%	105,700	87,000
Callao (excluding Airport Area)	43.9	42.0	96%	589,100	564,000



Figura 6.2-16 Área Cubierta por la Red de Rutas de Buses Alimentadores – Caso 1

## 6.2.5. ANÁLISIS DE LA RED DE BUSES ALIMENTADORES

### (1) Procedimientos del Análisis de la Red de Buses Alimentadores

Se proponen dos casos de operación de redes de rutas buses alimentadores en la Sección 6.2.4. Estos casos son evaluados y se propone un mejor sistema de red de rutas de buses alimentadores en esta sección. El procedimiento del análisis de la operación de buses alimentadores se muestra en la Figura 6.2-17 , en donde primero se realiza una proyección de la demanda en las rutas de la red alimentadora, posteriormente se analiza las condiciones de operación de las rutas, y finalmente se propone un mejor sistema red de rutas de buses alimentadores.

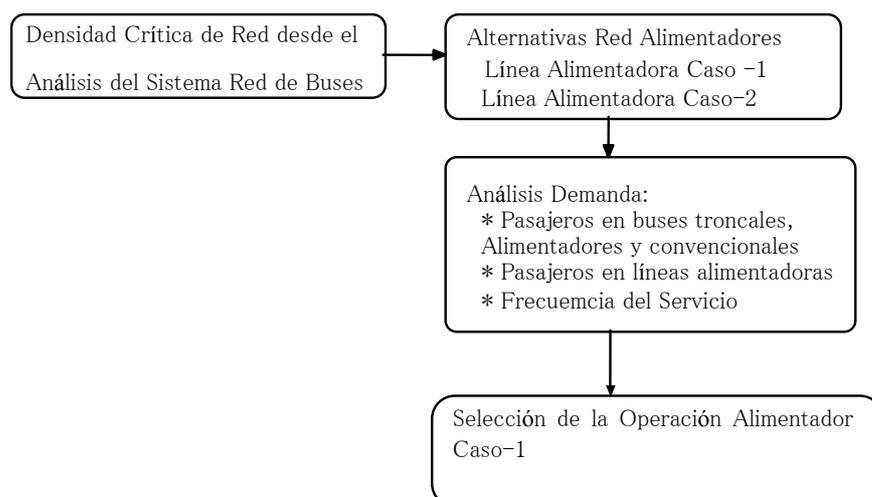


Figura 6.2-17 Procedimiento del Análisis de las redes de Rutas de Buses Alimentadores

## (2) Demanda en las Redes de Buses Alimentadores

### 1) Número Total de Pasajeros por Buses Troncales y Alimentadores

La 6.2-10 muestra el número total de pasajeros de buses troncales y alimentadores por áreas en el caso de la red alimentadora-1 y caso alimentadora-2. En el caso-2, los pasajeros en el sistema de buses troncales aumentan 1.1 veces en comparación con el caso-1. Los pasajeros de buses alimentadores en el Callao aumentan a aproximadamente 30% del caso-1 y en Santa Clara y Huaycan los pasajeros de buses alimentadores también aumentan en aproximadamente 20% y 40%. Es evidente que los volúmenes totales de pasajeros tienen cercana relación con el número de rutas de buses alimentadores.

Tabla 6.2-10 Número Total de Pasajeros de Buses por Hora en Alimentadores Caso -1 y Caso -2

(Unidad: pasajeros/hora)

Area	Mode	Feeder Case-1	Feeder Case-2	Feeder Case-2 /Case-1
EW Line	Trunk Bus	41,064	43,647	1.06
Callao	Feeder Bus	1,880	2,385	1.27
Santa Clara	Feeder Bus	6,708	9,679	1.44
Huaycan	Feeder Bus	6,326	7,399	1.17
Total		55,978	63,110	1.13

### 2) Características de las Rutas

La Tabla 6.2-11 muestra el número de pasajeros clasificado en 5 grupos de transferencia; sólo el sistema troncal de buses EO, sólo el bus alimentador y su uso combinado en el sistema de buses troncales. Como se puede observar, los pasajeros de buses alimentadores que utilizan sólo el bus alimentador y el bus troncal-alimentador en el caso-2 aumentan 1.26 y 1.31 veces, respectivamente en comparación con el caso-1. Sin embargo, las cifras de los pasajeros de buses troncales que sólo utilizan el bus troncal en el caso-1 y caso-2 no cambian.

Tabla 6.2-11 Número de Pasajeros por Modalidades de Transferencia de Buses en el Caso Red Alimentadora-1 y Caso Alimentadora-2

(Unidad: pasajeros/hora)

Transfer	Feeder Case-1	Feeder Case-2	Case-2 /Case-1
EW Trunk Bus only	13,332	13,226	0.99
EW Feeder Bus only	1,775	2,233	1.26
EW Trunk Bus <-> EW Feeder Bus	10,255	13,448	1.31
EW Trunk Bus <-> Conventional Bus	12,244	11,547	0.94
EW Feeder Bus <-> Conventional Bus	2,822	3,613	1.28
<b>Total</b>	<b>40,428</b>	<b>44,067</b>	<b>1.09</b>

### 3) Condiciones de Operación de Ruta Promedio

La Tabla 6.2-12 y Tabla 6.2-13 muestran las condiciones de operación de ruta promedio en el caso-1 y caso-2 en términos del tiempo de operación promedio, pasajeros, frecuencia (intervalo) y requerimiento de flota. La Tabla 6.2-14 muestra el ratio de las condiciones de operación de ruta promedio en el caso-2 al caso-1. Estos valores indican las cifras promedio por ruta.

Estas condiciones por casos se resumen a continuación.

- El tiempo promedio de operación en el caso-1 es mayor que en el caso-2 debido a la operación de circuito.
- En el caso del Callao donde la red de las rutas alimentadoras está cubierta en toda el área por varias rutas alimentadoras, disminuyen el promedio de pasajeros por ruta.
- En otras palabras, el número promedio de pasajeros disminuye mientras que los requerimientos de la flota aumentan en proporción al número de rutas.

Tabla 6.2-12 Condiciones Promedio de Operación de Rutas en el Caso-1

Bus	Area	Operation Pattern	Lines	Average Operation Time (min)	Average Passengers	Average Frequency/hr	Average Headway (min)	Fleet Requirement
Trunk Bus			3	24.3	6,844	25.8	2.3	96
Feeder Bus	Callao	A	4	29.9	235	5.4	11.2	40
	Santa Clara	B	3	28.9	1,118	24.3	2.5	130
	Huaycan	B	3	47.3	1,054	21.8	2.7	130

Tabla 6.2-13 Condiciones Promedio de Operación de Rutas en el Caso-2

Bus	Area	Operation Pattern	Lines	Average Operation Time (min)	Average Passengers	Average Frequency/hr	Average Headway (min)	Fleet Requirement
Trunk Bus			3	24.3	7,275	27.5	2.2	110
Feeder Bus	Callao	A	15	63.0	79	2.0	30.0	110
	Santa Clara	A	5	18.0	968	22.4	2.7	138
	Huaycan	A	5	40.6	740	16.0	3.8	148

Tabla 6.2-14 Ratio de Condiciones Promedio de Operación de Rutas en el Caso Alimentador-2 al Caso Alimentador-1

Bus	Area	Lines	Average Operation Time (min)	Average Passengers	Average Frequency/hr	Average Headway (min)	Fleet Requirement
Trunk Bus		1.00	1.00	1.06	1.06	0.94	1.15
Feeder Bus	Callao	3.75	2.11	0.34	0.37	2.69	2.75
	Santa Clara	1.67	0.62	0.87	0.92	1.09	1.06
	Huaycan	1.67	0.86	0.70	0.73	1.36	1.14

### (3) Sistema de Red de Buses Alimentadores Propuesto

De la discusión anterior, el resumen de los índices de operación de rutas se muestra en la Tabla 6.2-15 donde el círculo indica “bueno” y el triángulo es “justo” en comparación entre ambos casos. El Caso-1 es mejor que el Caso-2 en evaluación total. El sistema de rutas de buses alimentadores escoge el Caso-1.

Tabla 6.2-15 Resumen de Índices de Operación de Rutas

	Operation Pattern	Lines	Passenger Demand	Travel Time	Waiting Time (Headway)	Fleet Requirement	Evaluation
Feeder Case-1	Loop Operation	Few	○	△	○	○	○
Feeder Case-2	Direct Operation	Many	△	○	△	△	△

Nota: ○: bueno, △: acceptable