

Ministerio de Transportes Comunicaciones
República del Perú

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
RARA
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DEL
PUENTE CONFRATERNIDAD PERÚ - JAPÓN
EN
REPÚBLICA DEL PERÚ**

Diciembre de 1999

JICA LIBRARY



**Japan International Cooperation Agency, JICA
Pacific Consultants International, PCI
Central Consultants Co., Ltd.**

G R T
CR (1)
99-183

JICA

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO RARA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE

DICIEMBRE DE 1999

19
25
RT
ARY

Ministerio de Transportes Comunicaciones
República del Perú

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
RARA
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DEL
PUENTE CONFRA TERNIDAD PERÚ - JAPÓN
EN
REPÚBLICA DEL PERÚ**

Diciembre de 1999

**Japan International Cooperation Agency, JICA
Pacific Consultants International, PCI
Central Consultants Co., Ltd.**



1155088(6)

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República del Perú, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño para el Proyecto de Construcción del Puente Confraternidad Perú - Japón, República del Perú y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió los veces una misión de estudio a Perú, desde el 18 de Abril hasta el 27 de Mayo de 1999, y entre el 11 y 29 de Julio de 1999.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno del Perú y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión al Perú, entre el 2 y el 11 de Noviembre de 1999, con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República del Perú, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Diciembre de 1999



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre de 1999

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Construcción del Puente Confraternidad Perú - Japón en la República del Perú.

Bajo el contrato firmado con JICA, Pacific Consultants International y Central Consultant Corp., han llevado a cabo el presente Estudio durante 9 meses, entre el 29 de Marzo de 1999 y el 22 de Diciembre de 1999. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración actual de Perú, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

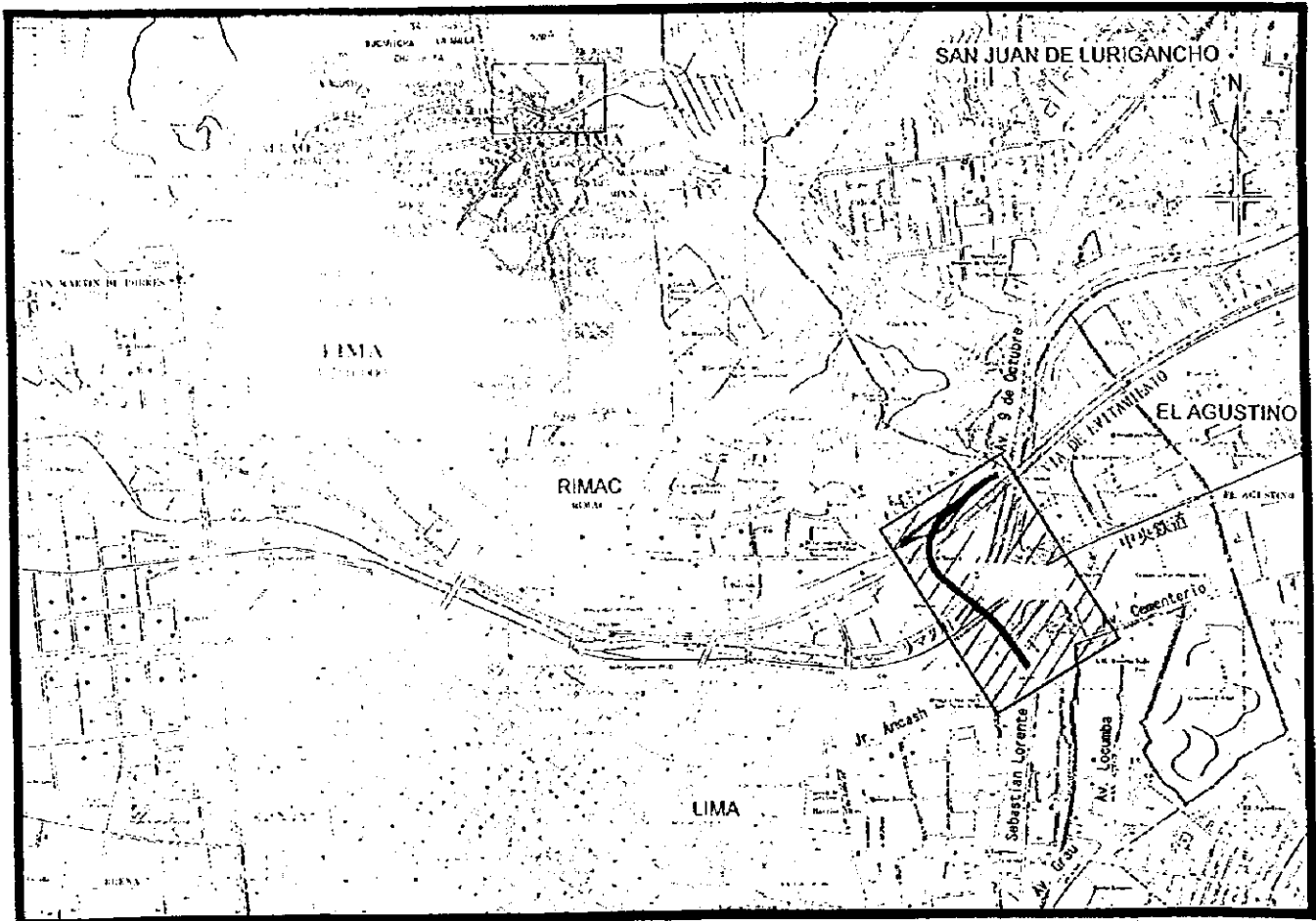
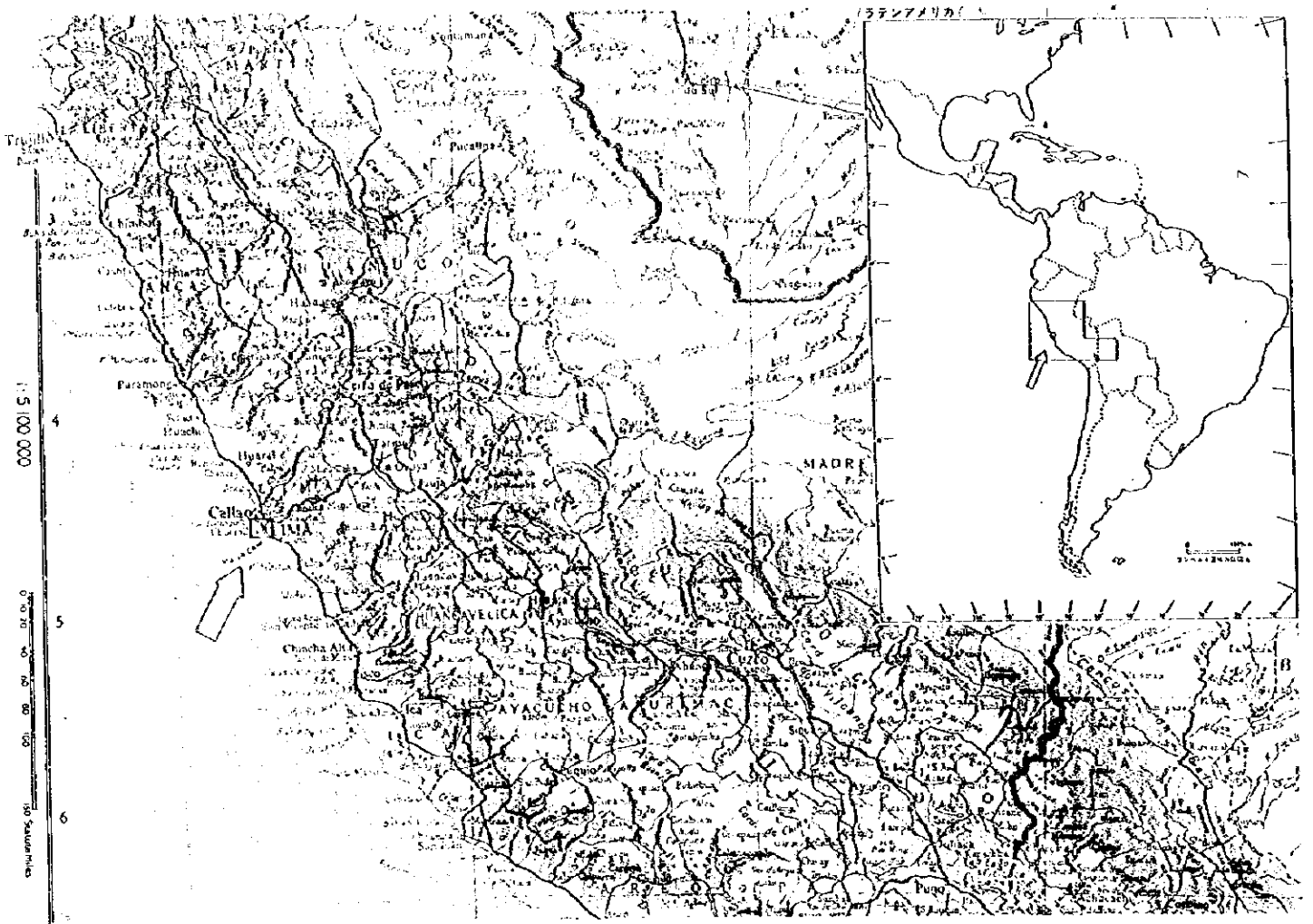
Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,



Koki Kaneda

Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico
Sobre el Proyecto de Construcción
del Puente Confraternidad Perú - Japón,
República del Perú
Pacific Consultants International
Central Consultant Corp.



Plano de Ubicación



Vista en Perspectiva

Fotografías del Emplazamiento (1)



Fotografías del Emplazamiento (2)



Abreviatura

AASHTO	Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficina de Transporte
snm	Sobre el nivel del mar
Av./ Avenida	Avenida
C/P	Contraparte
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EL	Elevación
EAI	Evaluación Ambiental Inicial
Estudio de JICA	JICA: Estudio para la Prevención de Desastres en la Cuenca del Río Rímac, 1988
IMP	Instituto Metropolitano de Planificación
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
JGS	Estándar Geométrico Japonés
Estudio de JICA	JICA: Estudio para la Prevención de Desastres en la Cuenca del Río Rímac, 1988
MLM	La Mnicipalidad de Lima Metropolitana
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Pte.	Puente
pcu	Unidad de vehículo de pasajeros
Río	Río
SJL	San Juan de Lurigancho
SETAME	Oficina de Administración del Transporte Público

Tabla de Contenidos

Prefacio

Acta de Entrega

Plano de Ubicación

Vista en Perspectiva

Fotografías del Emplazamiento (1)

Fotografías del Emplazamiento (2)

Resumen

Page

Capítulo 1 Antecedentes del Estudio	1
Capítulo 2 Contenido del Proyecto	3
2.1 Objetivos del Proyecto.....	3
2.2 Conceptos Básicos del Proyecto.....	3
2.2.1 Revisión de los Alcances del Trabajo Mediante el Estudio de los Requerimientos Iniciales y el Plan Maestro.....	3
2.2.2 Conceptos Básicos del Puente.....	8
2.2.2.1 Secciones del Puente a ser Construidas Durante el Proyecto.....	8
2.2.2.2 Comparación del Tipo de Superestructura.....	8
2.2.3 Estándares Aplicados.....	13
2.2.3.1 Estándar para el Diseño de Vías.....	13
2.2.3.2 Estándar para el Diseño de Estructuras.....	16
2.3 Diseño Básico.....	17
2.3.1 Concepto de Diseño.....	17
2.3.1.1 Límites de la Construcción.....	17
2.3.1.2 Consideraciones Especiales.....	18
2.3.1.3 Estudios Hidráulicos en la Ubicación Propuesta para el Puente.....	18
2.3.1.4 Política para el Diseño de Estructuras Según el Análisis Hidráulico.....	22
2.3.1.5 Factores para la Decisión del Alineamiento Longitudinal.....	24
2.3.1.6 Plan de Mantenimiento y Manejo.....	25
2.3.2 Plan de Implementación.....	26

2.3.2.1	Descripción General	26
2.3.2.2	Plan de Desarrollo	26
2.3.2.3	Sección Transversal de la Vía y Puente.....	34
2.4	Composición para la Implementación del Proyecto	46
2.4.1	Organización	46
2.4.2	Presupuesto del Sector Vial	49
2.4.3	Nivel Técnico y Personal.....	49
Capítulo 3 Plan de Implementación		50
3.1	Plan de Implementación.....	50
3.1.1	Concepto de Implementación.....	50
3.1.2	Condiciones de Implementación.....	50
3.1.2.1	Medidas de Seguridad	51
3.1.2.2	Medidas Ambientales	52
3.1.2.3	Medidas para la Grava y Agua del Río.....	53
3.1.3	Alcance de los Trabajos	53
3.1.3.1	Demolición de las Instalaciones Existentes Debido a la Adquisición del Terreno	53
3.1.3.2	Suministro de Agua y Energía para la Construcción.....	54
3.1.3.3	Instalación de Señalización	54
3.1.3.4	Rehabilitación de las Vías de Conexión con el Proyecto en los Extremos Norte y Sur	54
3.1.4	Trabajos de Supervisión.....	55
3.1.4.1	Diseño Detallado	55
3.1.4.2	Preparación de los Documentos de Licitación	56
3.1.4.3	Procedimientos para la Licitación	56
3.1.4.4	Verificación Previa al Inicio de la Construcción.....	57
3.1.4.5	Control del Avance.....	57
3.1.4.6	Control de Calidad.....	58
3.1.4.7	Emisión del Certificado de Culminación de Obra.....	58
3.1.4.8	Remisión de los Informes	58
3.1.4.9	Organización para la Construcción.....	58
3.1.5	Plan de Suministro	61
3.1.5.1	Países Suministradores	61

3.1.5.2	Material para el Terraplén	63
3.1.5.3	Cemento.....	64
3.1.5.4	Varillas de Acero.....	64
3.1.5.5	Asfalto (Betumen).....	65
3.1.5.6	Materiales de Acero.....	65
3.1.5.7	Cable de Postensado y Anclaje.....	65
3.1.5.8	Otros	66
3.1.6	Cronograma de Implementación.....	66
3.1.7	Obligaciones del País Receptor.....	68
3.1.7.1	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del Presente Proyecto	68
3.1.7.2	Asignación de la Contraparte	71
3.1.7.3	Adquisición del Terreno y Costo.....	72
3.1.7.4	Exoneración de Impuestos.....	72
3.1.7.5	Seguridad para el Personal Japonés Involucrado con el Proyecto de Cooperación.....	72
3.2	Estimación de Costos del Proyecto.....	73
3.2.1	Costo a ser Asumido por el País Receptor.....	73
3.2.2	Costo de Operación y Mantenimiento	74
Capítulo 4	Evaluación del Proyecto y Recomendación.....	76
4.1	Prueba, Verificación y Beneficios de la Apropiación.....	76
4.1.1	Efectos directos del Proyecto.....	76
4.1.2	Efectos Indirectos del Proyecto.....	77
4.2	Relación con la Cooperación Técnica y otros Donantes.....	77
4.3	Recomendaciones.....	77
 Anexo		
Anexo 1	Lista de Miembros de la Misión de Estudio.....	79
Anexo 2	Programa de las Investigaciones	81
Anexo 3	Lista de las partes involucradas del país receptor	83
Anexo 4	Minutas de Discusión	84
Anexo 5	Costo estimado a ser asumido por el país receptor	123
Anexo 6	Información Hidrológica	126
Anexo 7	Resultados de la Investigación de Volumen de Tráfico.....	129

List de la Tablas

	Page
Tabla 2.1 Problemas Presentados en la vía de Locumba a Próceres de la Independencia Dentro del Plan de Desarrollo del Área Urbana.....	5
Tabla 2.2 Resumen de la Revisión del Proyecto	7
Tabla 2.3 Sección del Puente.....	8
Tabla 2.4 Resumen de la Comparación de Superestructuras sobre el Rfo Rímac.....	9
Tabla 2.5 Resumen de la Comparación de la Superestructura sobre Cantagallo y Av. Evitamiento.....	10
Tabla 2.6 Comparación de los Tipos de Puentes sobre el Rfo Rimac.....	11
Tabla 2.7 Comparación de los Tipos de Puentes sobre Cantagallo y Av. Avitamiento.....	12
Tabla 2.8 Clasificación de las Vías en los Alrededores del Proyecto	13
Tabla 2.9 Cuadro Resumen de las Características Geométricas por Clases de Vía Urbana (IMP)	15
Tabla 2.10 Estándar Geométrico	16
Tabla 2.11 Tipos de Cargas	16
Tabla 2.12 Peso Unitario de los Materiales (kg/m ³).....	16
Tabla 2.13 Resistencia de Diseño Estándar para Distintos Materiales	17
Tabla 2.14 Ubicación de los Estribos.....	18
Tabla 2.15 Flujo de Agua durante Crecidas en Chosica	18
Tabla 2.16 Resultado de la Evaluación de la Capacidad de Descarga	19
Tabla 2.17 Inundación Bajo Condiciones de Sedimentación.....	20
Tabla 2.18 Altura del Pilar	22
Tabla 2.19 Descripción General del Proyecto.....	26
Tabla 2.20 Distribución de la Longitud de los Tramos	38
Tabla 2.21 Esfuerzos en el Puente Continuo de Tres Tramos de Concreto Presforzado y Viga Cajón (A1-P3)	40
Tabla 2.22 Esfuerzos en el Puente Continuo de Tres Tramos de Concreto Presforzado y Viga Compuesta Tipo I (P3-P6) (para viga principal).....	40
Tabla 2.23 Tipo de Estribo.....	41
Tabla 2.24 Resumen del Tipo de Pilar	42
Tabla 2.25 Tipo de Cimentación en cada Pilar.....	43
Tabla 2.26 Reacción en la Cimentación de un Pilar	43

Tabla 2.27 Presupuesto Anual de Organismos Concernientes.....	49
Tabla 2.28 Vías y Puentes Bajo la Jurisdicción de la Municipalidad de Lima (Información del IMP).....	49
Tabla 3.1 Contenidos de la EIA de Acuerdo a las Recomendaciones de JICA.....	52
Tabla 3.2 Delimitación de los Trabajos.....	53
Tabla 3.3 Documentos de Licitación.....	56
Tabla 3.4 Proceso Normal de Licitación.....	57
Tabla 3.5 Lista de Materiales y Lugar de Suministro.....	61
Tabla 3.6 Lista de Equipamiento y Lugar de Suministro.....	62
Tabla 3.7 Dimensiones Estándar de las Varillas de Acero.....	65
Tabla 3.8 Obligaciones del Lado Peruano y Japonés.....	68
Tabla 3.9 Ambito del Estudio.....	70
Tabla 3.10 Objetivo de la Adquisición de Terreno.....	72
Tabla 3.11 Costos Estimados para el Lado Peruano.....	73
Tabla 3.12 Costo de Mantenimiento del Proyecto Esperado (por año en US\$).....	74
Tabla 4.1 Población Relacionada con el Presente Proyecto.....	76
Tabla 4.2 Cambio en los Volúmenes de Tráfico al Finalizar la Construcción del Puente Confraternidad.....	76
Cronograma de la Primera Investigación del Lugar.....	81
Cronograma de la Segunda Investigación del Lugar.....	82
Cronograma de Sustentación del Informe Preliminar.....	82
Tabla 6.1 Estado Meteorológico e Hidrológico en la Cuenca del Río Rímac.....	127
Tabla 6.2 Precipitación Mensual en el Campo de Marte.....	128
Tabla 7.1 Puntos de Observación.....	129
Tabla 7.2 Rutas y Volúmenes de Tráfico.....	130

List de la Figuras

	Page
Figura 1.1 Plano de Ubicación del Proyecto Solicitado.....	2
Figura 2.1 Inundación por Crecida con Probabilidad de 100 Años (sin Sedimentación).....	21
Figura 2.2 Inundación por Crecida con Probabilidad de 100 Años (con Sedimentación de 0.8m).....	21
Figura 2.3 Altura y Tipo de Pilar.....	24
Figura 2.4 Margen Libre por Debajo del Puente No. 20+71.5.....	25
Figura 2.5 Margen Libre por Debajo del Puente No. 6+50.0.....	25
Figura 2.6 Volumen de Tráfico Previsto a la Apertura del Proyecto Los Números Muestran PCU.....	31
Figura 2.7 Ancho Deseable del Carril de Acuerdo a Experimentos en Vías de 4 Carriles.....	31
Figura 2.8 Berma Central.....	32
Figura 2.9 Berma Lateral.....	33
Figura 2.10 Berma Lateral en el Viaducto y los Puentes.....	34
Figura 2.11 Berma Lateral (terraplén sur).....	34
Figura 2.12 Berma Lateral (terraplén norte).....	34
Figura 2.13 Sección Transversal Estándar del Puente.....	35
Figura 2.14 Sección Transversal Estándar de la Vía (lado sur).....	35
Figura 2.15 Sección Transversal Estándar de la Vía (lado norte).....	36
Figura 2.16 Sección Transversal Estándar de la Zona de Enlace con la Av. 9 de Octubre.....	36
Figura 2.17 Sección Transversal en la Zona de Parqueo de Emergencia.....	37
Figura 2.18 Distribución de la Longitud de los Tramos.....	39
Figura 2.19 Ubicación de los Pilares.....	39
Figura 2.20 Relación Entre Altura y Tipo de Estribo.....	41
Figura 2.21 Planta General de la Vía.....	44
Figura 2.22 Planta General del Puente.....	45
Figura 2.23 Organigrama del MTC.....	47
Figura 2.24 Organigrama de la Municipalidad de Lima.....	48
Figura 3.1 Organigrama para la Administración de la Obra.....	60
Figura 3.2 Posibles Canteras Consideradas.....	63
Figura 3.3 Cronograma de Implementación.....	67
Figura 6.1 La Estación de Observación Meteorológica e Hidrológica.....	126

RESUMEN

La Municipalidad de Lima Metropolitana (en adelante denominada MLM), capital de la República de Perú, se localiza aproximadamente en la zona central del país, latitud 12°S, frente al Océano Pacífico. El clima recibe influencia de la Corriente de Humbolt que fluye cerca a la costa del país. Comparativamente, tiene baja temperatura (15°C en verano y 23°C en febrero). Aunque la humedad es elevada, la precipitación anual alcanza sólo 30mm correspondiendo a una zona seca o medianamente seca.

La población de la MLM es de aproximadamente 7.2 millones, un cuarto de la población total del Perú (26 millones). La tasa de crecimiento demográfico anual se estima en 1.7%, habiéndose incrementado en 3.8 veces en los últimos 36 años.

Parte de la población se ha trasladado hacia las zonas urbanas y su número se incrementa año a año. Lo anterior ha causado escasez de infraestructura tal como vivienda, escuelas, suministro de agua, transporte público, red vial, etc. La condición de las viviendas es austera lo que se ha convertido en un problema social. Muchas de estas áreas se encuentran al norte del Río Rímac (aproximadamente 3 millones de pobladores).

Particularmente, el área objetivo del presente proyecto, San Juan de Lurigancho (en adelante denominada SJL) tiene una población de 600 mil, la mayor en la MLM, y su tasa de crecimiento demográfico es 3%.

Las condiciones de la infraestructura en esta área están retrasadas debido a razones históricas. Las vías desde el área hacia el centro de la ciudad son actualmente dos, Av. 9 de Octubre y Puente Nuevo (construido en 1992). Por lo tanto, el desarrollo de una ruta de transporte se ha convertido en un requerimiento social urgente.

El Puente Confraternidad Japón-Perú se ha proyectado en el área de inundación del Río Rímac (EL. 175m) aproximadamente 1 km al noroeste del centro de la ciudad a fin de funcionar como bypass entre SJL y el centro de la ciudad. En esta zona, el río fluye a lo largo del lado sur del Cerro San Cristóbal (EL 394m)

La cuenca del Río Rímac tiene condiciones climáticas variadas de acuerdo a las condiciones topográficas, diferencias considerables en altitud y la Corriente de Humbolt. También recibe influencia del Fenómeno del Niño. Aunque no se presentan precipitaciones en la

MLM, torrentes ubicadas en la cuenca han causado frecuentemente desastres tales como falla de taludes, avalanchas de tierra y rocas e inundaciones.

La MLM tiene un plan de desarrollo de la red vial en SJL como parte de la "Red de Vías Troncales" bajo el "Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima Callao". Sin embargo, dicho desarrollo está retrasado debido a las limitaciones del presupuesto nacional del Perú. El Ministerio de Transportes (MTC) solicitó al Gobierno Japonés la conducción de este desarrollo bajo la forma de un Proyecto de Cooperación Japonesa.

El Gobierno Japonés reconoció dicha solicitud como un proyecto adecuado bajo el sistema de cooperación japonesa y decidió la ejecución del diseño básico. La Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), consignada por el Gobierno Japonés, envió un equipo de estudio desde el 18 de abril de 1999 hasta el 27 de mayo y desde el 11 de julio de 1999 hasta el 29 de julio. Su misión fue confirmar la solicitud y formular los alcances adecuados para dicho Proyecto de Cooperación Japonesa.

El equipo de estudio resumió el informe preliminar en Japón y visitó Perú a fin de explicar sus contenidos entre el 2 y el 11 de noviembre.

El objetivo del proyecto solicitado era el desarrollo de un nuevo puente de aproximadamente 1km entre la Av. Sebastián Lorente y la Av. 9 de Octubre a fin de facilitar el tráfico entre SJL y el Centro. El proyecto se inicia en la Plaza Malabius y finaliza en la Av. 9 de Octubre mediante un óvalo a nivel pasando por la zona de inundación en Cantagallo. El puente forma parte de "Aqua Plaza" proyectada en Cantagallo.

Después de la investigación en el sitio, el equipo de estudio concluyó que la solicitud debería ser revisada a fin de:

- 1) Ajustarla para contribuir con el futuro plan vial de la MLM.
- 2) Evitar conflictos con el centro de salud otorgado mediante un Proyecto de Cooperación Japonesa ubicado al extremo norte del área del proyecto.
- 3) Evitar la entrada al área de SJL declarada como área en estado de emergencia.
- 4) Evitar las edificaciones de la oficina de control de transporte público en Cantagallo.

El resumen de dichas revisiones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1 Resumen de la Revisión del Proyecto

	Solicitud original	Plan Urbano de la MLM	Decisión final del Equipo de Estudio
Objetivo	Nueva conexión entre SJL y el Centro. Vía relacionada con el proyecto de Aqua Plaza.	Nueva conexión entre SJL y el Centro	Nueva conexión entre SJL y el Centro El flujo de tráfico principal es sólo para SJL.
Ubicación	Desde la Plaza Malabius hasta la Av. 9 de Octubre mediante óvalo a nivel pasando por el área de inundación de Cantagallo.	Desde Grau Locumba hasta Próceres Independencia pasando bajo el Pte. Huánuco.	Desde S. Lorente hasta Av. 9 de Octubre mediante un intercambio tipo Y pasando por la zona de inundación de Cantagallo.
Longitud total	1,140m	Aproximadamente 1,800m	1,020m
Longitud del puente	889m	Aproximadamente 200 a 150m	590m
Número de carriles	4 carriles	4 carriles	4 carriles
Ancho efectivo	20m	22.2m	17.6m
Ancho de carril	3.6m@2direcciones	3.6m@2 direcciones	3.3m@2direcciones
Ancho de vereda	Sólo en el lado oeste	1.20m a ambos lados	1.20m a ambos lados
Berma	No	2.4m	0.50m
Parqueo de emergencia	No	No	6 ubicaciones

Los estándares de diseño adoptados en el estudio son:

- Diseño Geometrico Estándar, Municipalidad de Lima, Asociación Caminera de Japón.
- Diseño Estándar AASHTO 1996 USA
- Guía de Diseño de Puentes Carrereros de Hormigón, Asociación Caminera de Japón.
- Guía de Diseño de Subestructuras de Puentes Carrereros de Hormigón, Asociación Caminera de Japón.

La descripción general del proyecto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2 Descripción General del Proyecto

Item	Contenidos
Nombre	Construcción del Puente Confraternidad Japón Perú
Antecedentes	La infraestructura de transporte no es suficiente entre el centro de la ciudad y el nuevo distrito en desarrollo, San Juan de Lurigancho, lo que causa congestión de tráfico diariamente.
Objetivo	Construcción de un nuevo bypass, puente y vía, entre el Centro y San Juan de Lurigancho para resolver el problema de congestión de tráfico.
Ubicación	Entre la Av. S. Lorente y la Av. 9 de Octubre a través de la llanura de inundación del Río Rímac.
Agencia Ejecutora	Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC) y la Municipalidad de Lima.
Población que recibe el beneficio	Alrededor de 0.90 millones (residentes en los distritos de Lima, San Juan de Lurigancho y Rímac) Alrededor de 7.2 millones (ciudadanos de la ciudad de Lima)
Resumen	
Tipo	Construcción nueva
Clasificación	Arterial / Urbana / Área llana
Volumen de tráfico anual	Puesta en servicio en el 2003, 40,000 vehículos por día en ambas direcciones
Longitud/Ancho/Número de carriles	Longitud: 470m=208m(60m+88m+60m)+262m(promedio 26mx10 de luz) Acceso: 550m=230m+320m Rehabilitación de la Av. 9 de Octubre existente: 550m +300m Ancho efectivo: 17.6m Número de carriles: 4 Carriles (ancho de carril 3.3m)
Estructura del puente y vía	Puente principal sobre el Río Rímac: Puente de viga cajón de pc y continuo de 3 tramos de concreto presforzado sección tipo cajón Puente de acceso: Puente continuo de concreto presforzado sección compuesta tipo I. Sobre puente: Espesor del pavimento 3+5cm Vía de acceso: Pavimento 20cm + base 30cm Modificación de la vía existente: ditto
Instalaciones adicionales	Parqueo de emergencia: 6 lugares. Alumbrado en las calles: 68 postes
Notas especiales	Ninguna

Como efecto directo del Proyecto, los volúmenes de tráfico en los puentes en las rutas entre SJL y Rímac se reducen como se muestra en la Tabla 3. Esto contribuirá con los usuarios

que se trasladan grandes distancias y los escolares del distrito (aproximadamente 670 mil) al reducir la congestión de tráfico.

Tabla 3 Cambio en el Volumen de Tráfico a la Culminación del Puente Confraternidad

	Antes del Proyecto (condiciones actuales)	Después del Proyecto
Pte. Ricardo Palma	47,000pcu	34,000pcu
Pte. Huánuco	41,000pcu	34,000pcu
Pte. Confraternidad	-	34,000pcu
Pte. Nuevo	51,000pcu	44,000pcu
Total	139,000pcu	146,000pcu

Unidad: pcu (unidad de vehículo de pasajeros)

Se debe enfatizar que el presente proyecto se convertirá en un símbolo a la memoria del centenario de la primera inmigración japonesa al Perú.

Como efecto indirecto, el presente Proyecto contribuirá con la creación de oportunidades de trabajo mediante el desarrollo de la producción del distrito. Lo anterior estará conectado al mejoramiento de la infraestructura de transporte y el desarrollo social de la MLM (población de aproximadamente 7.2 millones) en principio y la zona de influencia de la MLM en el futuro.

Actualmente el área de intercambio en Lima correspondiente a la autopista PanAm está congestionada casi todo el tiempo debido al conflicto entre el tráfico de la autopista y las vías arteriales sobre el Pte. Huánuco. La culminación del presente proyecto resolverá la congestión de tráfico siendo de utilidad para la recuperación de las funciones de la autopista PanAm.

Se requiere que el lado peruano desarrolle las rutas de acceso en los extremos sur y norte donde se prevee una nueva congestión de tráfico después de la apertura del Proyecto Vial. En el extremo sur, de acuerdo a la decisión del lado peruano, la Av. Sebastián Lorente, angosta y difícil de ampliar, debe ser modificada como una vía de una dirección hacia el sur y Locumba debe ser ampliada y ensanchada como una vía de una dirección hacia el norte. En el extremo norte, la dirección norte de la Av. 9 de Octubre deberá ser ampliada para garantizar la seguridad del tráfico con un mínimo de 3 carriles a partir de los 2 carriles existentes entre los límites del proyecto y la intersección con el Malecón Checa.

Capítulo 1 Antecedentes del Estudio

La población de la ciudad de Lima, Municipalidad de Lima Metropolitana - en adelante denominada MLM - tiene alrededor de 7 millones de habitantes y corresponde aproximadamente a un cuarto de la población total del Perú (26 millones) en 1998 (Según la MLM).

Se dice que la población de la MLM se incrementa a razón de 1.7%. Sin embargo, ésta ha crecido 3.8 veces en los últimos 36 años. Mucha gente ha migrado desde el interior del país hacia la capital en búsqueda de empleo. Las condiciones de vivienda son precarias lo que está generando un problema social. Gran parte de la población vive en pueblos jóvenes dentro del área suburbana y se dirige al centro de la ciudad a trabajar. El sistema principal de transporte urbano es la infraestructura vial siendo ineficiente y poco confiable.

Alrededor de 3 millones de habitantes, 40% de la MLM, la mayoría de clase pobre, viven al norte del Río Rímac. Especialmente en la actualidad, el distrito de San Juan de Lurigancho - en adelante SJL - tiene la mayor población, alrededor 600 mil habitantes, dentro de la MLM (7.2 millones). SJL es, topográficamente, un valle cerrado, con su lado sur frente al Río Rímac y sus otros tres lados rodeados por cerros. La gente pobre del área rural vive en este valle. La tasa de crecimiento de la población de SJL se estima en 3% anual. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, 1998).

El desarrollo de infraestructura en el área de SJL comparada con el resto de distritos está en evidente retraso por razones históricas. Las vías que conectan SJL con el exterior son actualmente dos: Av. 9 de Octubre y Puente Nuevo (construido en 1992). Por tanto, las congestiones vehiculares entre SJL y el área central se están volviendo terribles debido al incremento en el volumen de tráfico que se está experimentando recientemente. La construcción de un nuevo "bypass" se ha convertido en un tema de suma urgencia con el objeto de aliviar la congestión de tráfico.

Para la construcción de vías en el área de SJL, la MLM ha programado la elaboración de troncales dentro del marco del Plan de Desarrollo Urbano. Sin embargo este programa ha sufrido retrasos debido a la ajustada condición financiera en el Perú. Por este motivo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones - en adelante MTC - remitió al gobierno japonés, una Carta Solicitud de Proyecto de Cooperación en junio de 1997. Dicho proyecto consiste en la construcción de un nuevo puente y vías de acceso de aproximadamente 1km de

longitud total, para conectar las Av. Sebastián Lorente y 9 de octubre (puente de concreto: principal 476m, acceso 413m; terraplén 255m) a fin de garantizar el tráfico fluido en los alrededores de S1L, Rímac y el distrito de Lima. (Cantidad solicitada: US\$ 15 millones, en adelante denominado como "el Proyecto").

El gobierno japonés acordó conducir el diseño básico del Proyecto a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, en adelante JICA. JICA condujo los estudios de campo en dos oportunidades, la primera en abril de 1999 y la segunda en julio de 1999 con el objeto de examinar los alcances y envergadura del Proyecto de Cooperación Japonesa.

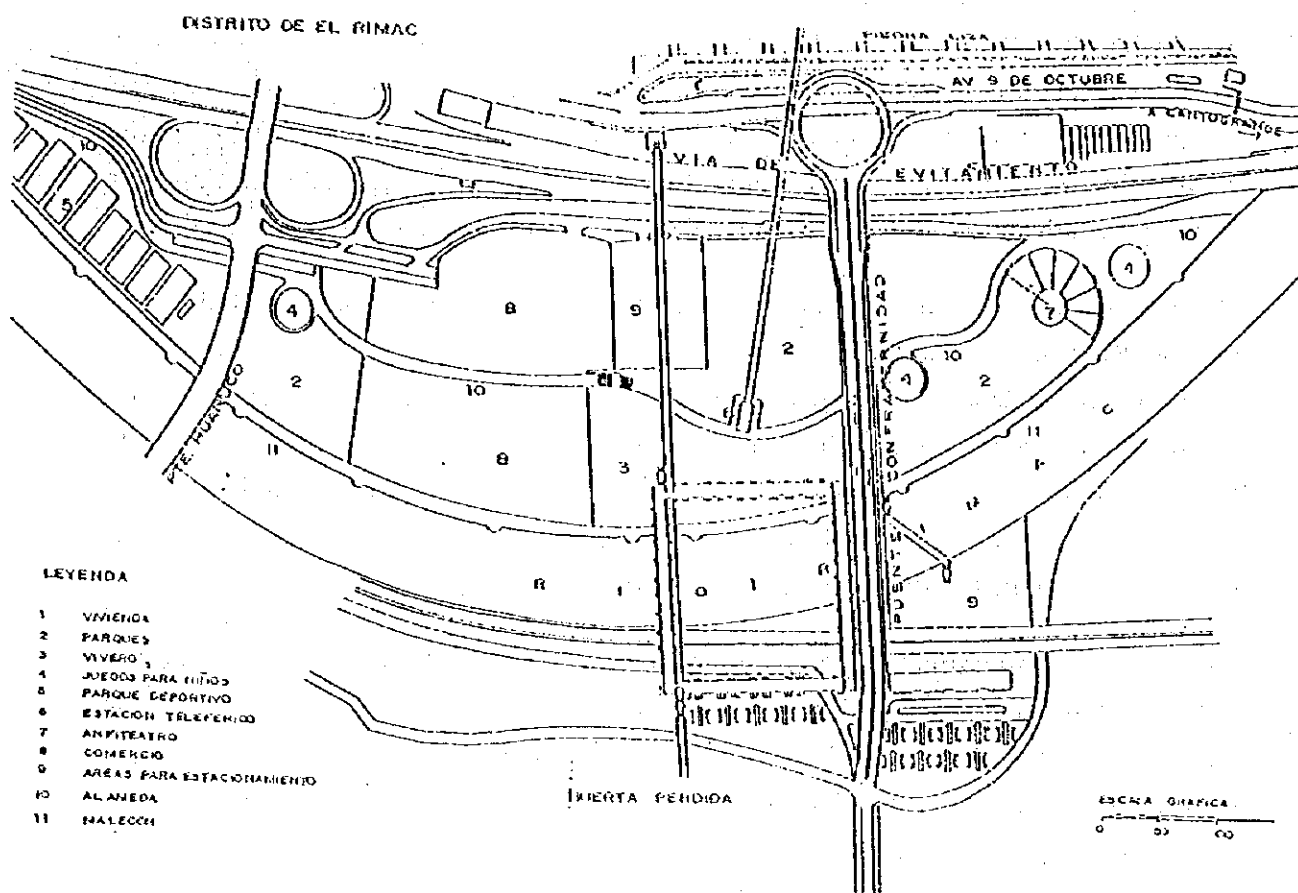


Figura 1.1 Plano de Ubicación del Proyecto Solicitado

Capítulo 2 Contenido del Proyecto

2.1 Objetivos del Proyecto

El sistema de transporte urbano principal en la MLM está basado en la infraestructura vial. El centro de la ciudad está localizado en la ribera sur del Río Rímac y el tráfico proveniente de la región norte, donde residen alrededor de 3 millones de habitantes, debe utilizar uno de los 10 puentes de acceso. Todos estos puentes constituyen puntos de congestión de tráfico.

El tráfico proveniente de SJL se ha concentrado en 3 puentes, que son: Ricardo Palma, Huánuco y Puente Nuevo. El propósito del Proyecto es construir un nuevo "bypass" para resolver los problemas de tráfico de SJL.

Ideas similares pueden encontrarse en el plan maestro de la MLM, "Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Lima y Callao", dentro del "Programa de Transporte en el Area Urbana" cuyo objetivo es conectar las Av. Grau, Locumba y 9 de Octubre. El plan de Corredor Vitrina, parte del plan PROTUM, elaborado por el Consejo de Transporte (compuesto por 5 agencias tales como MTC, MLM, etc.), tuvo la idea de rehabilitar la Av. 9 de Octubre.

El propósito del Proyecto es el de contribuir con el futuro plan maestro de desarrollo de la red de transporte, mediante la coordinación con el Proyecto. Detalles acerca del Proyecto son mencionados en el Capítulo 2.3.2 Diseño Básico.

Asimismo, este Proyecto puede ser considerado como un símbolo de amistad entre el Japón y Perú conmemorando el Centenario de la Primera Inmigración Japonesa hacia este país.

2.2 Conceptos Básicos del Proyecto

2.2.1 Revisión de los Alcances del Trabajo Mediante el Estudio de los Requerimientos Iniciales y el Plan Maestro

Conjuntamente con la documentación de la Carta de Solicitud, se incluyó un esquema en el cual la ruta proyectada iniciaba su recorrido en la Av. Sebastián Lorente en dirección a la Av. 9 de Octubre pasando por el área de inundación de Cantagallo

mediante un intercambio tipo Y. Este conjunto de puente y vía es parte de Plaza Aqua (Figura 1.1)

Sin embargo, el plan de Plaza Aqua se encuentra aún en etapa de concepción. El plan de vivienda sobre el río presenta inconvenientes técnicos y ambientales en 3 de sus objetivos principales: el nuevo desarrollo del área de inundaciones, el desarrollo del cerro San Cristóbal para fines turísticos y el desarrollo de viviendas para la población de bajos recursos.

Mientras tanto, el plan maestro de la red vial, dentro del contexto general del Plan de Desarrollo del Área Urbana del IMP muestra una ligera variante a la ruta solicitada. Ésta conecta las avenidas Locumba y Próceres de la Independencia pasando por debajo del Pte. Huáscar de la Av. Evitamiento - autopista PanAm - como vías independientes en cada dirección (denominado "Par Vial"). La ruta norte pasa sobre el río Rímac y conecta con la intersección del Malecón Checa en SJL. Existen muchos problemas en dicha vía, como se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Problemas Presentados en la vía de Locumba a Próceres de la Independencia Dentro del Plan de Desarrollo del Área Urbana

Problemas	Observaciones
El ancho y espacio libre bajo el puente Huáscar no son suficientes.	Resulta antieconómico construir un gran puente sobre Pte. Huáscar en lugar de pasar bajo el mismo, debido a la pendiente longitudinal admisible.
El puente sobre el río Rímac en la dirección norte se esvía hacia el río en el distrito de SJL.	El costo de la construcción se encarece en el caso de un puente oblicuo. Parte de la vía llega al Área en Estado de Emergencia (Ver nota)
Existe la posibilidad de que la superficie de la pista quede inundada durante la temporada de crecida del río.	La elevación del puente Huáscar con objeto de asegurar mayor espacio libre y elevar la superficie de la pista para evitar aniegos, es sumamente compleja debido al elevado volumen de tráfico que atraviesa la Av. Evitamiento.
No existe ningún plan detallado para la adquisición de terreno ni presupuesto para la vía de acceso.	No existe una clara descripción en el informe del "Plan de la Red Vial Principal" de 1997 sobre la programación de las obras del Anillo Vial No. 1 y los detalles del intercambio.

Nota: Área en Estado de Emergencia. Las Áreas en Estado de Emergencia fueron establecidas por decreto presidencial como medida para contrarrestar el terrorismo. Las áreas declaradas fueron alrededor de 9 provincias (aproximadamente el 50% del Perú) y 8 distritos (aproximadamente 30%) en la ciudad de Lima. La policía nacional podía detener y arrestar a cualquier sospechoso en el área sin necesidad de obedecer a la ley vigente. Este decreto presidencial fue aplicado durante un periodo limitado de tiempo y expiró en junio de 1999 debido a que la medida no fue prorrogada. Sin embargo el gobierno japonés no ha reconocido que los peligros de la zona hayan disminuido.

Las canteras aledañas se encuentran en la zona de SJL pero fueron excluidas como objeto del estudio por razones de seguridad. La zona de La Molina, ubicada a aproximadamente 25km de distancia, fue seleccionada como alternativa de cantera para el presente estudio.

Se ha acordado que la revisión de las vías solicitadas es necesaria debido a los siguientes motivos:

- 1) Para cooperar en la medida de lo posible con el plan de la futura red vial de la Municipalidad de Lima.
- 2) Para eliminar cualquier conflicto con el terreno del centro de salud ubicado en el extremo norte de la vía, el cual ha sido programado para ser construido mediante otro plan de Cooperación Japonesa.
- 3) Para excluir el Área en Estado de Emergencia (*Nota) del área de construcción en el extremo norte.
- 4) Para mantener una distancia adecuada a la instalaciones de la oficina de administración del transporte público en Cantagallo.

El resumen de la revisión del Proyecto se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Resumen de la Revisión del Proyecto

	Solicitud Original	Planeamiento Urbano por el IMP	Contenido Final Acordado
Objetivo	Desarrollar la vía de interconexión con SJL así como una parte de las instalaciones de Plaza Aqua.	Asegurar la vía a SJL	Similar al solicitado originalmente. Objetivo principal es resolver la congestión de tráfico hacia SJL
Ubicación	Desde la Av. Lorente hacia la Av. 9 de Octubre atravesando la zona de inundación de Cantagallo. Se espera un cruce a desnivel en la Av. 9 de Octubre.	Desde Grau-Locumba hasta Próceres de la Independencia, pasando bajo el puente Huánuco.	Desde la Av. Lorente hasta la Av. 9 de Octubre atravesando el área de inundación de Cantagallo. Se espera una intersección tipo Y en la conexión con la Av. 9 de Octubre.
Longitud Total	1,140m	Aproximadamente 1,800m	1,020m
Longitud el puente	889m	Aproximadamente 200-150m	590m
Número de carriles	4 carriles	4 carriles	4 carriles
Ancho total	20m	22.2m	17.6m
Ancho del carril	3.6m x 2	3.6m x 2	3.3m x 2
Ancho de la vereda	Un lado	1.2m - ambos lados	1.20m - ambos lados
Ancho de la berma lateral	No	2.4m	0.50m
Area de parqueo de emergencia	No	No	6 lugares

2.2.2 Conceptos Básicos del Puente

2.2.2.1 Secciones del Puente a ser Construidas Durante el Proyecto

Se esperan puentes en las 6 áreas mostradas en la Tabla 2.3

Tabla 2.3 Sección del Puente

Lugar	Ancho	Motivos de la Necesidad	Límite Mfínimo de Espacio	Observaciones
Viaducto para la futura ruta del Malecón Rímac	24m	La separación de niveles es deseable para el control de seguridad futuro y por motivos técnicos con el puente sobre el Río Rímac.	5.5m	El detalle del plan futuro aún no se conoce
Puente de cruce sobre vía férrea	9.5m	La separación de niveles es deseable debido a razones técnicas con el puente sobre el Río Rímac y el control de seguridad futuro.	5.8m	Ídem El espacio libre sobre la línea férrea está definido por reglamento.
Puente sobre Río Rímac	Aprox. 70m	Objetivo principal del presente Proyecto	-	Evitar pilares en el río
Viaducto en el área de inundación de Cantagallo	-	Cantagallo en una zona de inundación con la posibilidad de sumergirse en caso de crecida. No se recomienda terraplenes en el área.	-	
Viaducto sobre la Av. Evitamiento	Aprox. 30m	Av. Evitamiento es una vía que requiere el pago del peaje. La separación de niveles es esencial.	5.5m	Vía Expresa de 6 carriles
El puente atraviesa el cruce sobre la vía de reemplazo de la Av. 9 de Octubre	Aprox. 10m	El cruce de nivel no es recomendable para el control de la seguridad.	5.0m	En la vía de reemplazo

2.2.2.2 Comparación del Tipo de Superestructura

(a) Puente Sobre el Río Rímac

El Río Rímac tiene aproximadamente 70m de ancho y está provisto de muros verticales de protección en ambas riberas. La cimentación de dichos muros no

está claramente identificada debido a la falta de información en el Ministerio de Agricultura. Según las opiniones de personas relacionadas con su construcción, la altura del muro es de alrededor de 10m desde la parte alta y tiene cimentación directa. La instalación de pilares en el lecho del río no es recomendable para la protección contra desastres en caso de inundación, según el estudio hidráulico del Río Rímac. La longitud de las luces varía desde 70m hasta 90m de acuerdo a la posición de los pilares.

Se considerarán puentes del tipo continuo con viga cajón, pórtico rígido continuo, pórtico rígido con rótula central y tipo Gerber. Los pilares cortos de los puentes tipo pórtico rígido continuo sufrirán grandes esfuerzos debido a las variaciones de temperatura e influencia de la relajación del concreto. Los puentes tipo pórtico rígido con rótula central y tipo Gerber presentan desventajas ante los movimientos sísmicos y en lo que respecta a su mantenimiento debido a su gran número de juntas. 3 tipos de alternativas han sido comparados como se muestra en la Tabla 2.6. La primera de ellas, mostrada en la Tabla 2.4, será adoptada para el presente Proyecto.

Tabla 2.4 Resumen de la Comparación de Superestructuras sobre el Río Rímac

Tipo de Superestructura	Longitud de la Luz	Ventaja	Desventaja	Conclusión
1. Puente continuo de tres tramos de vigas cajón	88m	Económico Mejor apariencia estética		Adoptado
2. Puente continuo de dos tramos, pórtico rígido tipo T de viga cajón	70m	Mejor apariencia estética	No es económico	
3. Puente continuo de tres tramos de viga cajón	71m	Mejor apariencia estética	No es económico	

(b) Sobre Cantagallo y la Av. Evitamiento

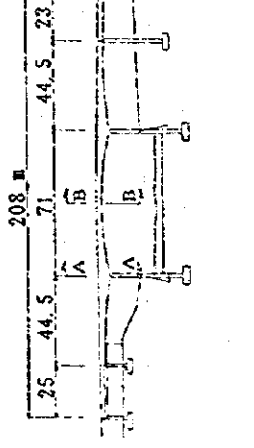
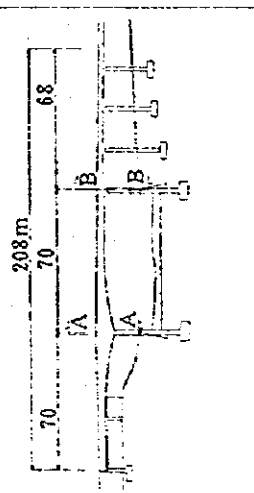
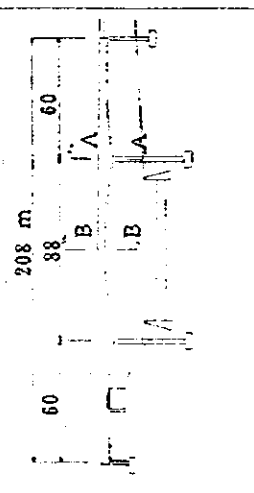
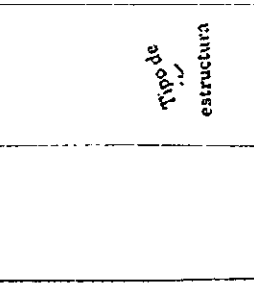
No existe restricciones para la longitud de las luces excepto sobre la Av. Evitamiento. Si la instalación de pilares fuera permitida en la berma central de la Av. Evitamiento, la longitud de las luces en este tramo sería económica y de aproximadamente 30 m. En estos casos los tipos de viga que podrían aplicarse son: viga-losa hueca continua de concreto presforzado, viga compuesta tipo I

continua de concreto presforzado y viga compuesta tipo T continua de concreto presforzado. La última ha sido descartada por dos razones: la longitud de cada viga sería ligeramente distinta debido a la curva $R=150m$, y el tensado de la estructura sería complicado debido al peralte del puente de 5%. En la Tabla 2.7 se muestra una comparación entre los otros 2 tipos de vigas, de los cuales se ha adoptado el tipo I, como se menciona en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Resúmen de la Comparación de la Superestructura sobre Cantagallo y Av. Evitamiento

Tipo de superestructura	Ventaja	Desventaja	Conclusión
1. Viga-losa hueca continua de concreto presforzado	Apariencia estética	El andamiaje complica el control del tráfico durante la construcción	
2. Viga compuesta tipo I continua de concreto presforzado	Económica y de fácil instalación de vigas con la ayuda de grúas.		Adoptada

Tabla 2.6 Comparación de los Tipos de Puentes sobre el Río Rimac

比較案 Tipo estructura	Plan 1. Puente continuo de tres tramos de viga cajón	Plan 2. Puente continuo de dos tramos, pórtico rígido tipo T de viga cajón	Puente continuo de tres tramos de viga cajón
			
<p>Porcentaje de costo de obra=1.00</p>	<p>Porcentaje de costo de obra=1.04</p>	<p>Porcentaje de costo de obra=1.04</p>	<p>Porcentaje de costo de obra=1.04</p>
<p>Altura de viga principal=5.0m</p>	<p>Altura de viga principal=7.0m</p>	<p>Altura de viga principal=4.0m</p>	<p>Altura de viga principal=4.0m</p>
<p>Exámenes</p>	<p>Exámenes</p>	<p>Exámenes</p>	<p>Exámenes</p>
<p>Inspecciones</p>	<p>Inspecciones</p>	<p>Inspecciones</p>	<p>Inspecciones</p>
<p>Facilidades</p>	<p>Facilidades</p>	<p>Facilidades</p>	<p>Facilidades</p>
<p>Mantenimiento</p>	<p>Mantenimiento</p>	<p>Mantenimiento</p>	<p>Mantenimiento</p>
<p>Avanzada</p>	<p>Avanzada</p>	<p>Avanzada</p>	<p>Avanzada</p>
<p>Evaluación Total</p>	<p>Evaluación Total</p>	<p>Evaluación Total</p>	<p>Evaluación Total</p>
<p>Observación</p>	<p>Observación</p>	<p>Observación</p>	<p>Observación</p>

En caso de comparación de los 3 puentes
 ○ : Excelente ◯ : Bueno △ : Regular

Tabla 2.7 Comparación de los Tipos de Puentes sobre Cantagallo y Av. Avitamiento

Comparación	Viga-losa hueca continua de concreto postensado	Viga compuesta tipo I continua de concreto postensado
Tipo de estructura		
Característica comparativa	Porcentaje de costo de obra=1.13 Altura de viga principal=1.4m	Porcentaje de costo de obra=1.00 Altura de viga principal=1.68m
Evaluación	Δ	○
Implementación	Δ	○
Facilidad	○	Δ
Estrecho	○	Δ
Mantenimiento	Δ	Δ
Apariencia	○	Δ
Evaluación Total	Δ	○
Observación	En caso de comparación de los 2 puentes ○ : Excelente ● : Bueno Δ : Un poco inferior	

2.2.3 Estándares Aplicados

Los estándares de diseño adoptados en el estudio son:

Estándar de Diseño en Área Urbana - Municipalidad de Lima

Estándar de Diseño Geométrico- Asociación Carretera de Japón

Estándar de Diseño AASHTO - USA

Guía para el Diseño de Puentes Carreteros de Concreto - Asociación Carretera de Japón.

Guía para el Diseño Infraestructuras de Puentes Carreteros de Concreto - Asociación Carretera de Japón.

2.2.3.1 Estándar para el Diseño de Vías

- (a) Clasificación de las Vías y Estándares Geométricos de la Municipalidad de Lima

La clasificación de las vías de alrededor y su velocidad de diseño relacionadas al presente Proyecto, de acuerdo a la información proporcionada por el IMP es como se indica en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Clasificación de las Vías en los Alrededores del Proyecto

Nombre de la Vía	Clasificación	Velocidad de Diseño
Av. 9 de Octubre (Este)	Vía Arterial	60 km/h
Ídem (Oeste)	Vía Colectora	50 km/h
Sebastián Lorente	Vía Colectora	50 km/h
Cementerio	Vía Colectora	50 km/h
Locumba	Vía Arterial	60 km/h
Grau	Vía Arterial	60 km/h
Amazonas	Vía Local	40 km/h
Av. Evitamiento	Autopista	80 km/h

El resumen de las Características Geométricas por Clases de Vía Urbana de la Municipalidad de Lima se muestra en la Tabla 2.9

La vía de la presente solicitud pertenece a al tipo de Vía Colectora indicada en la Tabla arriba mencionada.

Tabla 2.9 Cuadro Resumen de las Características Geométricas por Clases de Vía Urbana (IMP)

		Vías Expresas	Vías Arteriales	Vías Colectoras	Vías Locales
1. Velocidad Máxima Especificada	km/h	80	60	50	40
2. Ancho de Vía	m	82	54	32.5	15.2
3. Volumen Máximo por Carril Tráfico estimado por carril	no/h	1500	1400	700	600
4. Distancia de frenado de los Vehículos	m	60	35	25	15
5. Distancia entre Intersecciones	m	300	300	200	100
6. Distancia Mínima de Visibilidad para Parada	m	90	65	50	30
7. Distancia Mínima de Visibilidad para Adelante	m	560	420	350	270
8. Longitud Mínima de Tangentes	m	60	40	25	15
9. Radio Mínimo de Curvas Horizontales	m	200	100	50	10
10. Ensanchamiento Mínimo	m	0.80	1.00	1.50	1.40
11. Ancho mínimo de Vereda Peatonal	m	no	3.50	2.50	1.50
12. Pendiente longitudinal	%	3	4	8	12
13. Radios Mínimos de Curvas Verticales Convexas	m	3000	1500	400	135
14. Radios Mínimos de Curvas Verticales Cóncavas	m	6000	1500	640	135
15. Longitud Mínima de Curvas Verticales Convexas	m				
16. Longitud Mínima de Curvas Verticales Cóncavas	m				
17. Ancho Mínimo de Carril	m	3.50	3.30	3.00	2.70
18. Pendiente transversal	%	8	6	6	6
19. Ancho Mínimo de la Berma Lateral	m	3	3	2.6	2.6
20. Ancho Mínimo de la Berma Central	m	12	2	1	No
21. Altura Libre Mínima Sobre la Vía	m	4.50	4.50	3.20	3.20

(b) Estándares de Diseño Vial Adoptados en el Proyecto

En el diseño del alineamiento de la vía proyectada, se han considerado medidas especiales de seguridad. La vía es nueva y no tiene accesos en aproximadamente 1km de longitud. Esto significa que la velocidad de los autos se incrementará aún cuando la velocidad reglamentada esté restringida. El estándar de diseño adoptado se muestra en la Tabla 2.10.

Clasificación de la vía : Vía Colectora
 Velocidad de diseño : 40-50 km/hr
 Componente de sección transversal : 4 carriles sin vereda para peatones

Tabla 2.10 Estándar Geométrico

Item		Velocidad de diseño		Unidad	Estándar propuesto: 50km/hr			Adoptado
					Descable	Estandar	Mínimo	
Ancho	Carril Vehicular	Exterior	m	3.30	3.00	3.00	3.30	
		Interior	-	3.30	3.00	3.00	3.30	
	Berma lateral	Exterior	-	2.40	1.00	-	0.50	
		Interior	-	-	0.25	-	0.25	
	Berma central		-	-	1.00	-	1.00	
	Vereda		-	-	-	-	1.20	
Radio Mínimo de la curva		-	-	-	100	50	100	
Longitud mínima de la curva		-	-	-	80*	-	82.8	
Máximo peralte		-	-	-	4.0	6.0	6.0	
Parámetro mínimo de la clotoide		-	m	$1/3R \leq A \leq R$	-	-	A=65	
Longitud mínima de la curva de transición		-	-	-	40*	-	42.3	
Radio mínimo sin curva de transición		-	-	-	200	-	-	
Radio mínimo de la curva sin peralte		-	-	-	850*	-	-	
Distancia mínima de visibilidad para parada		-	-	-	50	-	52	
Pendiente longitudinal máxima		-	-	-	8.0	-	5.0	
Radio mínimo de la curva vertical	Convexas	-	m	-	640	-	1,140	
	Cóncavas	-	-	-	400	-	920	
Pendiente transversal en la vía recta		-	-	-	2.0	-	2.0	
Pendiente compuesta		-	-	-	10.5*	-	8.1	
Mínimo espacio libre	Vía	-	m	5.50	5.00	-	5.50	
	Línea férrea	-	-	5.80	-	-	5.80	
Carril de desaceleración en el extremo		-	-	-	50x1.2+51*	-	150	
Carril de aceleración en el extremo		-	-	-	90x1.2+51*	-	150	

* de acuerdo al Estándar Geométrico Japonés y AASHTO

2.2.3.2 Estándar para el Diseño de Estructuras

Para el presente proyecto se adoptarán puentes de concreto con el objeto de utilizar materiales locales y ahorrar costos por concepto de construcción y mantenimiento.

La carga de diseño se muestra en la Tabla 2.11. Las cargas vivas están constituidas por cargas vehiculares y peatonales. La carga vehicular corresponde al modelo HS-25. La carga muerta se calcula sobre el peso unitario de los materiales como se muestra en la Tabla 2.12. La resistencia de diseño se detalla en la Tabla 2.13

Carga viva

La carga viva incluye la carga vehicular y de veredas. La carga vehicular corresponde al modelo HS-25.

Carga muerta

Se utilizarán los siguientes pesos unitarios

Tabla 2.11 Tipos de Cargas

Carga principal	Carga muerta, carga viva, efecto de la relajación del concreto, contracción de fragua del concreto, empuje de tierras, presión de agua, arranque.
Carga secundaria	Carga de vientos, influencia de la temperatura, influencia sísmica
Carga especial	Influencia del movimiento de apoyo, carga de construcción, carga de colisión, misceláneos.

Tabla 2.12 Peso Unitario de los Materiales (kg/m³)

Materiales	Peso unitario	Materiales	Peso unitario
Acero, acero fundido, acero forjado	7,850	Concreto simple	2,350
Hierro fundido	7,250	Mortero de cemento	2,150
Aluminio	2,800	Asfalto para pavimento	2,300
Concreto reforzado	2,500	Concreto para pavimento	2,350
Concreto presforzado	2,500	Madera	800

Tabla 2.13 Resistencia de Diseño Estándar para Distintos Materiales

Tipos	Aplicado para	Esfuerzo
Concreto	Viga principal de concreto presforzado	350 kgf/cm ²
	Losa, viga transversal	240 kgf/cm ²
	Infraestructura	210 kgf/cm ²
	Pilote	300 kgf/cm ²
Varillas de acero lisas	Resistencia de fluencia	24 kg/mm ²
Varillas de acero corrugadas	Resistencia de fluencia	30 kg/mm ²
Cable de PC SWPR1, SWPD2.7mm	Carga de fluencia	135 kg/mm ²
	Carga último en tensión	155 kg/mm ²
SWPR7A T12.4mm	Carga de fluencia	150 kg/mm ²
	Carga último en tensión	175 kg/mm ²

2.3 Diseño Básico

2.3.1 Concepto de Diseño

2.3.1.1 Límites de la Construcción

(a) Punto de Inicio (Lado sur)

El punto de inicio del proyecto se ubica 10 m al norte del borde de la Plaza Marabius. La modificación de la Plaza Marabius corresponde al lado peruano incluyendo la construcción de Par Vial. Este último está compuesto por la Av. Sebastián Lorente (hacia el norte) y la ampliación de Locumba (hacia el sur).

(b) Punto de término (Lado norte)

El punto de término del proyecto es el lado oeste del puente peatonal que cruza la Av. 9 de Octubre, límite entre los distritos del Rímac y SJL. SJL pertenece al área en Estado de Emergencia. La demolición o remoción del puente peatonal corresponde al lado peruano.

2.3.1.2 Consideraciones especiales

No se prevén accesos ni paradas de bus en la vía que conduce hacia el área de inundación (parque futuro) el cual está siendo utilizado por las oficinas de SETAME y como área para el depósito de desechos.

Se han instalado 6 parqueos de emergencia cada 300m.

La ubicación de los estribos se ha decidido como se muestra en la Tabla 2.14 según se mencionó en el capítulo 2.2.2.

Tabla 2.14 Ubicación de los Estribos

	Marca	Ubicación
Punto de inicio	A1	Lado sur de la Av. Malecón Rímac
Punto de término	A2	Después de reemplazar la vía de la Av. 9 de Octubre Se garantiza una distancia de visibilidad de 50 m.

2.3.1.3 Estudios Hidráulicos en la Ubicación Propuesta para el Puente

(a) Caudal de Crecida Probable

El caudal de crecida probable y el caudal medio diario probable en la Estación de Medición del Nivel de Agua y Descarga en Chosica obtenidos por el Estudio del Plan Maestro para el Proyecto de Prevención de Desastres en la Cuenca del Río Rímac se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.15 Flujo de Agua durante Crecidas en Chosica

Período probable de Retorno	Caudal de Crecida Probable *) Q_{pmax} (m ³ /s)	Caudal Medio de Crecida Diaria Probable **) Q_{pmedio} (m ³ /s)	Q_{pmax}/Q_{pmedio}
2 años	150	138	1.09
5 años	290	222	1.31
10 años	380	278	1.37
25 años	490	348	1.41
50 años	580	400	1.45
100 años	660	452	1.46
200 años	740	503	1.47

*) JICA: Estudio del Plan Maestro para el Proyecto de Prevención de Desastres en la Cuenca del Río Rímac, 1988

**) Equipo de Estudio

En el Estudio del Plan Maestro para el Proyecto de Prevención de Desastres en la Cuenca del Río Rímac se formuló un plan para el mejoramiento del río en sus tramos medio y bajo sobre la base de un caudal de crecida con período de retorno de 100 años en la Estación de Medición del Nivel de Agua y Descarga en Chosica. El plan para la construcción del puente en el río Rímac elaborado por el MTC (Ministerio de Transportes) también adoptó como caudal de crecida de diseño el correspondiente a un período de retorno de 100 años. Por lo tanto, el caudal de diseño propuesto para el puente en el presente estudio también se considera para una crecida probable con período de retorno de 100 años.

Caudal de Crecida de Diseño: 660 m³/s
(caudal de crecida probable con período de retorno de 100 años)

(b) Evaluación de la Capacidad de Descarga Considerando la Elevación Actual del Lecho del Río

La capacidad de descarga es evaluada sobre la base de las condiciones de sedimentación observadas entre abril y junio de 1999 en el presente estudio. La altura efectiva de la sección transversal actual es considerada igual a 2.25m.

Tabla 2.16 Resultado de la Evaluación de la Capacidad de Descarga

Crecida Probable	Tramo Aguas Arriba (desde la ubicación del puente propuesta hasta Pte. Huáscar, a una distancia de 450m)	Ubicación Propuesta para el Puente	Tramo Aguas Abajo (desde la ubicación propuesta para el Puente hasta una distancia de 400m)
De 2 a 5 años			Existe capacidad de paso.
De 10 años		Es posible que pase con 0.5m de margen libre.	Ocurre desborde en ambas márgenes.
De 50 años		Es posible que pase sin margen libre.	Ocurre desborde en ambas márgenes.
De 100 años	Es posible que pase pero el margen libre es de sólo 0.3 m.	Se presenta desborde de 0.14m de altura en ambas márgenes.	Altura del desborde en la margen izquierda: Máx. 1.00m
Crecida máxima registrada (equivalente a crecida de 200 años)	Es posible que pase pero el margen libre es de sólo 0.15 m.	Se presenta desborde de 0.30m de altura en ambas márgenes.	Altura del desborde en la margen izquierda: Máx. 1.15m

Durante lluvias intensas en los tramos medio y superior de la cuenca del Río Rímac, es probable la falla de taludes y el transporte de desmontes, fenómenos que ocasionan descarga de sedimentos. De la topografía es posible deducir que el tramo del río correspondiente a la ubicación propuesta para el puente fue una zona de inundación o lecho de creciente. En este tramo se presenta fácilmente sedimentación.

Asumiendo una profundidad de sedimentación de 0.8m, las condiciones de inundación son como se muestra en la siguiente Tabla 2.17 y Figura 2.2.

Tabla 2.17 Inundación Bajo Condiciones de Sedimentación

Crecida Probable	Tramo Aguas Arriba (desde la ubicación del puente propuesta hasta Pte. Huáscar a una distancia de 450m)	Ubicación Propuesta para el Puente	Tramo Aguas Abajo (desde la ubicación propuesta para el puente hasta una distancia de 400m)
De 2 a 5 años		Pasa	Pasa
De 10 años	Pasa		
De 50 años			
De 100 años	Altura de desborde = 0.50m	Altura de desborde = 0.95m	Altura de desborde = 1.80m
Crecida máxima registrada (equivalente a crecida de 200 años)	Altura de desborde = 0.65m	Altura de desborde = 1.10m	Altura de desborde = 1.95m

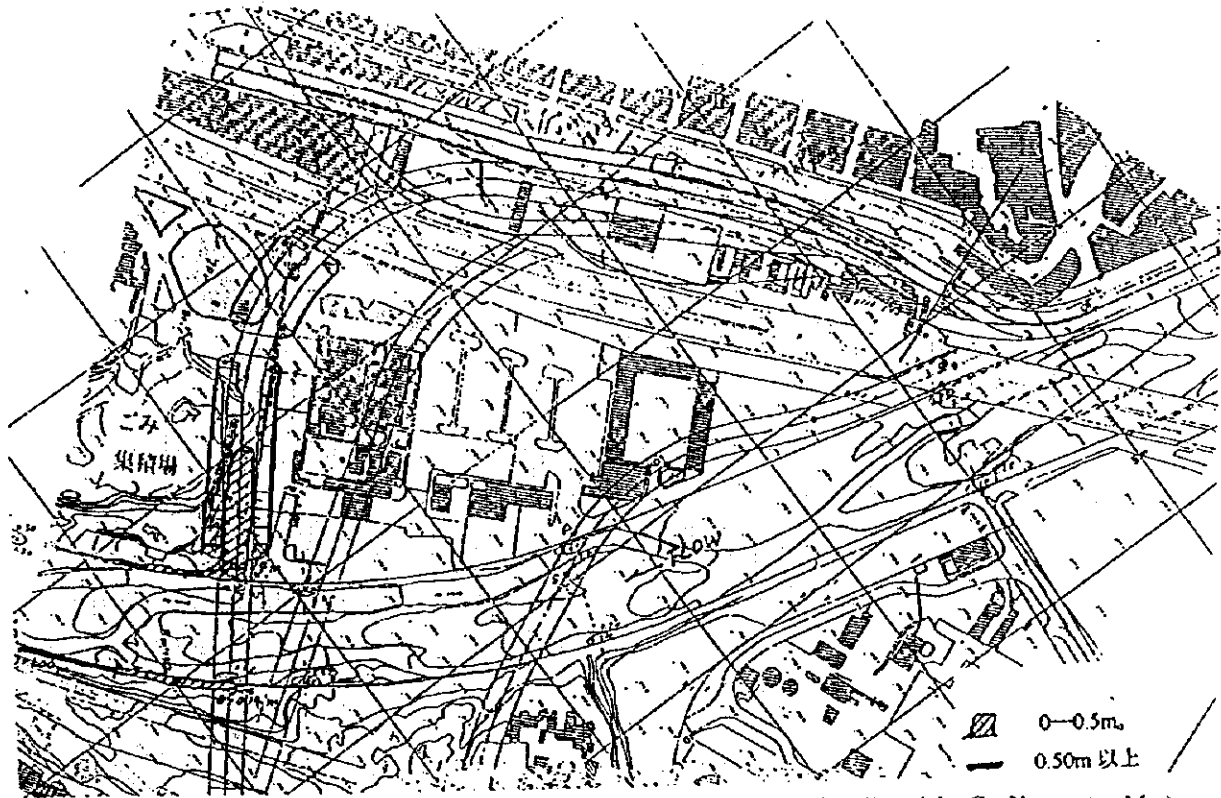


Figura 2.1 Inundación por Crecida con Probabilidad de 100 Años (sin Sedimentación)

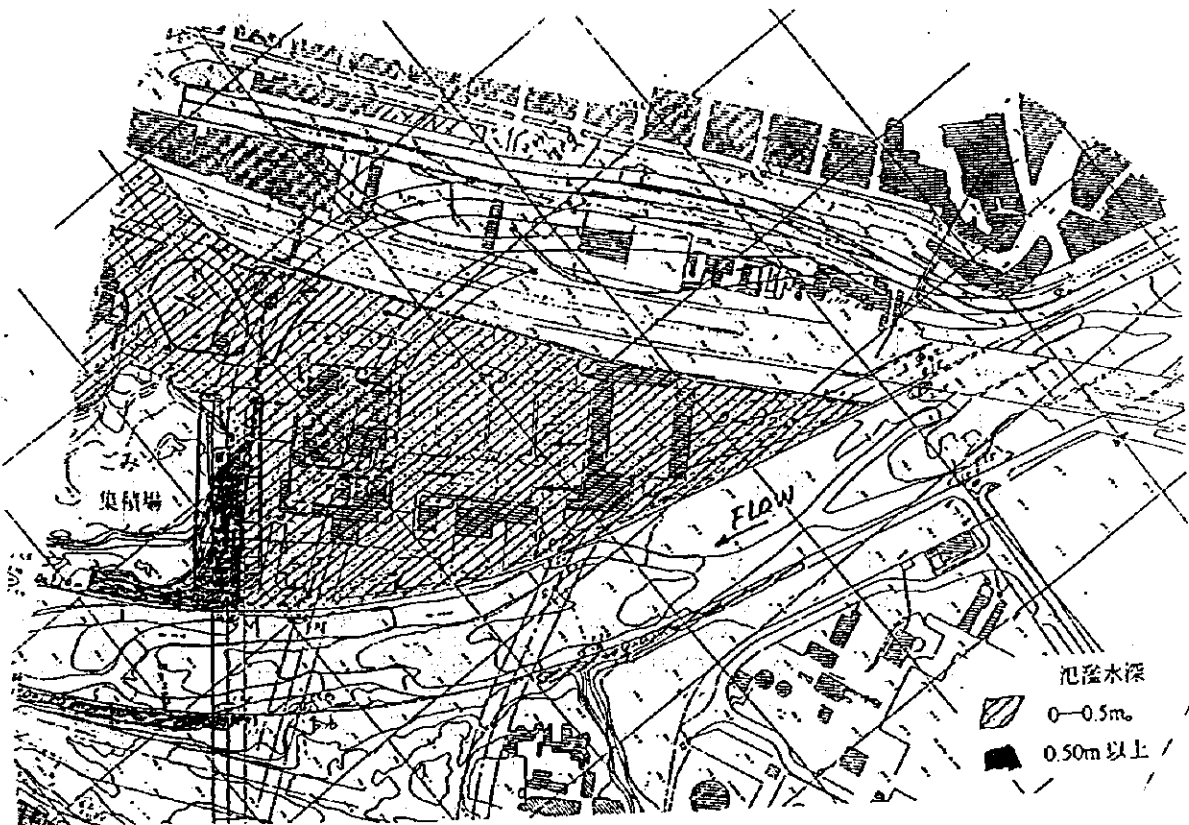


Figura 2.2 Inundación por Crecida con Probabilidad de 100 Años (con Sedimentación de 0.8m)

2.3.1.4 Política para el Diseño de Estructuras Según el Análisis Hidráulico

(a) Altura Libre Debajo de las Vigas

La altura libre deberá ser 1.0 m. considerando la variación de profundidad de agua durante crecidas, materiales flotantes y sedimentación.

(b) Pilares

Existe la posibilidad que la seguridad del pilar se vea deteriorada por la sedimentación y erosión a gran escala del lecho del río. La profundidad posible debido a la erosión se asume igual a 7-8 m a partir de la parte superior del muro de contención. Esto implica que existe la posibilidad de una variación de la profundidad del lecho del río del orden de algunos metros hasta 10m.

En consecuencia, la altura del pilar en el centro del río deberá ser:

Tabla 2.18 Altura del Pilar

Fondo de viga - Máximo nivel de agua=	1.00 m o más
Máximo Nivel de Agua - Parte superior del muro=	0.15 m (Nivel máximo de agua = 2.4m a partir del lecho existente del río)
Parte superior del muro - Lecho del río=	2.25 m
Lecho del río - Lecho más profundo posible=	5.75m o más
Lecho más profundo posible - Parte superior de la zapata=	4.20m =(socavación local 2.3m+profundidad del flujo de sedimentos0.5m)x1.5
Altura total del pilar (Fondo de viga - Parte superior de la zapata)	Más de 13.35m

El ancho del pilar deberá ser menor que 2m si se desea fijar la relación de alteración del flujo ocasionada por el pilar del puente en menos de 3%. La orientación del pilar es complicada puesto que debe ser instalado en un tramo curvo del río.

Considerando las características antes mencionadas de la variación del lecho del río, se concluye que el pilar no debe ser instalado en el curso actual del río.

(c) Acceso a la Zona de Inundación

El acceso cruzará la antigua zona de inundación perpendicularmente. La sección del acceso será un viaducto por las siguientes razones:

- 1) Deberá ser diseñada considerando la inundación de la antigua zona de inundación del Río Rímac bajo condiciones de sedimentación.
- 2) Es difícil controlar las inundaciones mediante la rehabilitación del muro de contención existente. El mejoramiento del río se encuentra fuera de los objetivos del presente proyecto.

(d) Profundidad de Cimentación de Pilares y Estribos

Se ha decidido que los pilares del puente sobre el Río Rímac se instalen en ambos márgenes del curso del río. El cálculo de la profundidad de cimentación siguió el método empleado en 2.3.1.4 (b) "En caso que el pilar se instale en el río". La altura desde el nivel actual del lecho del río y la superficie superior de la zapata es aproximadamente 10m.

En caso que los pilares sean instalados a más de 20m del Río Rímac, se deberá garantizar que la superficie superior de la zapata se encuentre a más de 1m de profundidad respecto al nivel de la superficie de la zona de inundación como se especifica en el estándar japonés para estructuras instaladas en ríos. Si la superficie del suelo está cubierta por basura, estas capas deberán ser ignoradas y la superficie del estrato de arena suelta/grava deberá considerarse como la superficie de la zona de inundación.

Al norte de la Av. Evitamiento, el valor de N estimado para el estrato de arena suelta/grava es mayor que 30. Por lo tanto, la base de la cimentación se dispondrá sobre la superficie de la capa suelta compactada horizontalmente.

(e) Tipo de Pilares

Existe una relación entre el tipo de pilar y su altura como se muestra en la Figura 2.3.

Tipo, Tipo Dos Columnas, Pórtico Rígido de un nivel, Pórtico Rígido de dos niveles, Pilar tipo muro, Pilar tipo I, Altura, Referencia

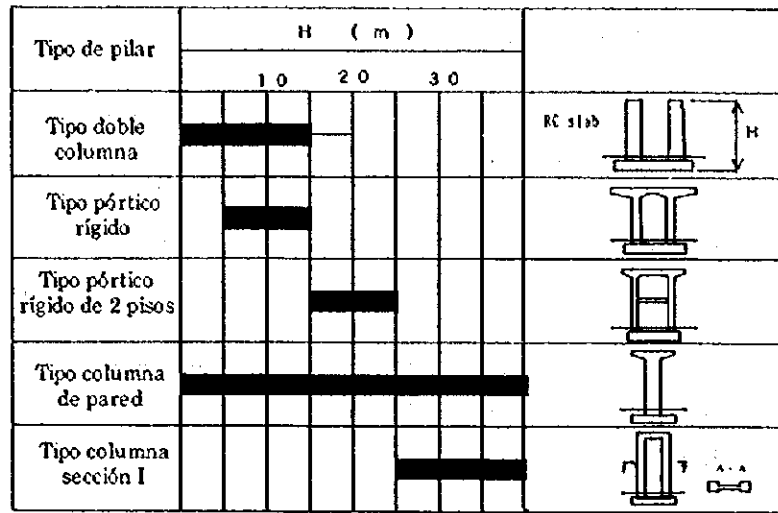


Figura 2.3 Altura y Tipo de Pilar

El tipo de pilar deberá decidirse en función a la altura, tipo de superestructura, reacción de la superestructura, condición de los apoyos, conexión con la superestructura, ancho del puente, performance, costo, estética, etc.

2.3.1.5 Factores para la Decisión del Alineamiento Longitudinal

Los factores importantes son el margen libre sobre la vía férrea y la vía de derivación de la Av. 9 de Octubre. La altura libre sobre el nivel de agua durante crecidas no es un punto de control del alineamiento longitudinal.

En relación al margen libre sobre la línea férrea a lo largo del Río Rímac, se ha confirmado que ésta tiene un plan futuro de doble vía, privada y nacional, y el margen libre necesario deberá seguir las reglamentaciones para ambos casos. La vía férrea ha sido entregada en concesión desde julio de 1999.

El margen libre por debajo del puente en la vía férrea en No.2+71.5 se verifica como se muestra a continuación

Punto	No.2+71.51
Elevación	182.776
Altura	3.450
Altura libre	5.800
Diferencia	173.526
Nivel del terreno	173.50
Espacio adicional	0.026

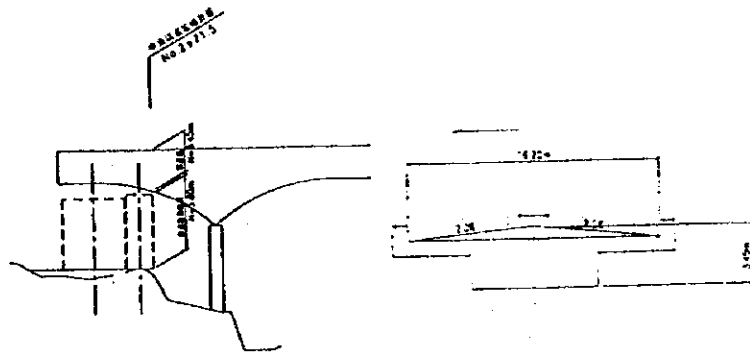


Figura 2.4 Margen Libre por Debajo del Puente No. 20+71.5

El margen libre por debajo del puente se verifica en la Av. Evitamiento en No.6+50.0 con las siguientes condiciones: radio=150m, peralte=6%, pavimento=8cm.

Punto	No.6+13.5	No.6+46.6	No.6+85.0
Elevación	180.515	180.514	180.530
Altura	2.210	2.210	2.210
Altura libre	5.500	5.500	5.500
Diferencia	172.805	172.804	172.820
Nivel del terreno	171.29	171.39	172.00
Espacio adicional	1.515	1.414	0.820

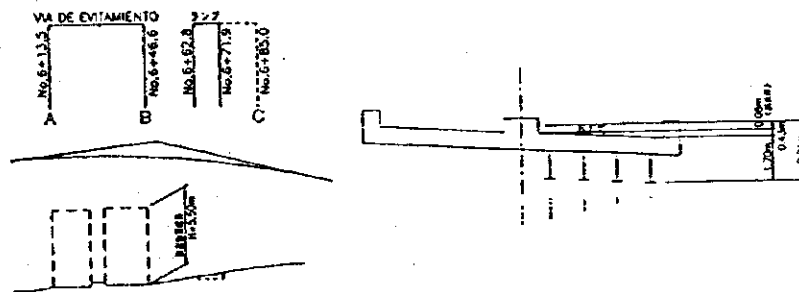


Figura 2.5 Margen Libre por Debajo del Puente No. 6+50.0

2.3.1.6 Plan de Mantenimiento y Manejo

La infraestructura vial en la MLM está bajo el control del Gobierno de la MLM como una municipalidad especial. El MTC administra todas las vías nacionales dividiendo cada estado.

El MTC explicó que a éste le corresponde la responsabilidad de la estructura del puente del presente Proyecto y que el mantenimiento del funcionamiento de la vía será responsabilidad de la MLM.

2.3.2 Plan de Implementación

2.3.2.1 Descripción General

Tabla 2.19 Descripción General del Proyecto

Ubicación	Se inicia en la Av. Sebastián Lorente hacia la Av. 9 de Octubre a través de la llanura de inundación de Cantagallo con un intercambio tipo Y con la Av. 9 de Octubre (la dirección principal del flujo de tráfico es hacia el distrito de SJL).
Resumen	
Tipo de Proyecto	Construcción Nueva
Clasificación de la vía y el puente	Arterial / Urbana / Area llana
Año de culminación del proyecto (Volumen de tráfico)	2003 (aproximadamente 40,000 vehículos por día en ambas direcciones)
Longitud / Ancho / Número de carriles	Longitud total : 1,020m Longitud del puente : 470m = 208m (60m+88m+60m) + 262m (promedio 26m x 10 tramos) Vía de Acceso : 550m = 230m+320m incluyendo terraplén de 201m de longitud Modificación de la vía existente = 550m+300m Ancho efectivo: 17.6m incluyendo vereda = 1.20m x dos lados Número de carriles = 4 (Ancho del carril = 3.3m)
Estructura del puente y vía	Puente principal sobre el Río Rímac: Puente de viga cajón de pc y continuo de 3 tramos de concreto presforzado sección tipo cajón Puente de acceso: Puente continuo de concreto presforzado sección compuesta tipo I. Sobre puente: Espesor del pavimento 3+5cm Vía de acceso: Pavimento 20cm + base 30cm Modificación de la vía existente: ditto
Instalaciones suplementarias	Parqueo de emergencia: 6 lugares. Postes de iluminación: 68 postes

2.3.2.2 Plan de Desarrollo

(a) Plan

(a.1) Vías de Conexión en el Extremo sur (cerca al punto de inicio)

Existen pequeños complejos de viviendas en el lado izquierdo (lado oeste) de la vía en una longitud de aproximadamente 150m desde el punto de inicio, las que cuentan con unas pocas vías de acceso. La conexión con estas vías y la vía del proyecto está limitada a una posición para garantizar la seguridad. Las otras vías se conectarán con la vía lateral.

El proyecto deberá cruzar la Av. Amazonas la que actualmente es una vía de una dirección para Norte y Oeste. Se espera que la nueva conexión con el proyecto derive hacia el lado derecho para unirse con la futura "Av. Malecón Rímac" a fin de evitar el giro hacia la izquierda en la vía del proyecto.

(a.2) Conexión con la Vía Existente en el Extremo Norte

No se permitirá ningún acceso a lo largo del puente, de aproximadamente 700 metros de longitud, entre el Rfo Rímac y la conexión con la Av. 9 de Octubre. El punto de conexión con la Av. 9 de Octubre se ubica en el lado oeste tanto como es posible a fin de garantizar una sección de enlace más larga.

(a.3) Pavimento

El diseño del pavimento fue efectuado en base a la Guía AASHTO 1986 como se muestra a continuación:

Periodo de Diseño	20 años
Volumen de tráfico	Una dirección 17,000 por día (con 30% de vehículos pesados = 5,000 ejes correspondientes a 18kips (8t)) = 35 millones de ejes en 20 años
Coficiente por doble carril	9 (por lo tanto el número de ejes de 18 kips es 31 millones)
Seguridad	9 (por lo tanto el número de ejes de 18 kips es 28 millones)
Desviación	0.4 asumido de los ejemplos de la guía
Efecto ambiental	Se ignora pues prácticamente no llueve en la zona
Indice de deterioro del servicio	$4.2 - 2.0 = 2.2$
Características del material	El índice elástico se ha estimado en 8 a partir de los nomogramas considerando el valor de CBR del material del terraplén (aproximadamente 20)
Números SN necesarios	Tomados de los nomogramas
Coficiente de capa	Piedra chancada = $0.14 + \text{Capa superficial y de ligazón} = 0.4$
Espesor total (pulgadas)	$0.14 \times 12\text{pulg.} + 0.4 \times 8\text{pulg.} = 1.7 + 3.2 = \text{SN}4.9$

Cálculo mediante el método CBR del Manual de Pavimentos Asfálticos (Asociación Carretera del Japón)

Período de Diseño	10 Años
Volumen de tráfico	Una dirección 17,000 por día (con 30% de vehículos pesados = 3,000 vehículos pesados por día). Es una vía clase D.
Sub-base	El CBR estimado es 20 considerando la calidad de los materiales del terraplén
Influencia de las lluvias	Casi no se presentan lluvias
Valor de TA necesario	26 obtenido de la tabla para el cálculo
Coefficiente de capa	Piedra chancada = 0.20 + Capa superficial y de ligazón = 1.0
Espesor total (cm)	$0.20 \times 30 \text{ cm} + 1.0 \times 20 \text{ cm} = \text{TA}26$

Por lo tanto, en la sección del terraplén y las vías arteriales de la Av. 9 de Octubre, se ha diseñado 30 cm de sub-base de piedra chancada y 20 cm de concreto asfáltico.

En el puente y viaducto, se colocará una capa de concreto asfáltico de 5 cm de espesor después de la nivelación (promedio 3 cm de espesor) sobre la losa de concreto. No se instalará ninguna capa impermeable especial.

(a.4) Drenaje

En la ciudad de Lima casi no existe precipitación pluvial (precipitación anual de sólo 30mm aproximadamente). No se diseñará sistema de drenaje excepto en dos posiciones correspondientes a los puntos más bajos de las curvas longitudinales. Se instalarán tuberías de 15cm de diámetro en la zona del sardinel. El agua de lluvia o proveniente de otra fuente será vertida al suelo directamente.

(a.5) Iluminación

Se deberán instalar postes de iluminación a ambos lados de la vía por tres razones: para mantener la seguridad de los peatones, para la futura posibilidad de usar la vía como una vía de una dirección hacia el sur y para proteger los postes de iluminación contra los daños ocasionados por accidentes de tránsito.

La altura de los postes será de 9m y se instalarán cada 36m aproximadamente para garantizar la iluminación necesaria de acuerdo a los estándares del IMP.

La ubicación para las bases de concreto (50cm x 50cm) se preparará alineada con el muro lateral de concreto (a lo largo del puente) y la línea de guardarríes (a lo largo del terraplén). Los pernos de anclaje y las tuberías para cables eléctricos se instalarán debajo de la vereda.

(a.6) Señalización de la Vía

Se ha acordado que estas instalaciones sean provistas por el lado peruano. Los pernos de anclaje y las planchas de base serán instaladas por el lado japonés siempre que su ubicación y dimensiones exactas sean proporcionadas al inicio de la etapa de diseño detallado.

(a.7) Señalización en la Superficie de la Pista

Se utilizarán tres tipos de líneas blancas a lo largo de la vía. Se dispondrán líneas continuas de 15cm de ancho en los bordes laterales y centro de la vía y líneas discontinuas (50% de espacios) de 10cm de ancho entre carriles. En los accesos se dispondrán zonas de cebra. De ser necesario se colocarán marcas para el cruce de peatones.

(a.8) Parqueo de Emergencia

El presente proyecto de puente y vía de 1 km de longitud no cuenta con ninguna conexión con otras vías. Si se produce algún accidente o problema causado por vehículos su efecto en el tráfico del puente será vital. La mejor solución es instalar bermas laterales a lo largo de los carriles con suficiente espacio para permitir el estacionamiento de vehículos. En el presente Proyecto se ha decidido instalar un número mínimo de parqueos de emergencia en función a la frecuencia de ocurrencia de accidentes de tránsito.

El estándar de diseño del IMP especifica berma lateral de 2.4m pero no define áreas de parqueo de emergencia. Se espera instalar seis (6) parqueos de emergencia debido a las siguientes razones:

- 1) Aunque se dice que los problemas vehiculares son comunes en la Municipalidad de Lima, no existe información acerca de su frecuencia de ocurrencia. Esta se ha estimado en base a la investigación de campo en aproximadamente 1 por 10 km por día. La frecuencia de ocurrencia de accidentes corresponde a un pequeño porcentaje de la anterior. Esto significa que es esencial disponer un área para la evacuación de vehículos con problemas o accidentes.
- 2) No existen bermas laterales a lo largo de la Av. 9 de Octubre a ser conectadas con el presente Proyecto.
- 3) La política del Sistema de Cooperación Japonesa es de minimizar los costos. En consecuencia, se proveerán bermas laterales parciales (áreas de parqueo de emergencia) como medidas de mitigación.
- 4) En Perú no existe un estándar de diseño de parqueos de emergencia. Se ha adoptado el estándar japonés que recomienda instalarlos a intervalos de 300m.
- 5) Los parqueos de emergencia se ubican a ambos extremos del puente y al centro del mismo (aproximadamente 470m)

(b) Sección Transversal Estándar

(b.1) Número de Carriles

El volumen total de tráfico en los dos puentes existentes en Ricardo Palma y Huánuco es aproximadamente 46,000 pcu en cada dirección. La tasa anual de crecimiento demográfico del distrito de San Juan de Lurigancho es aproximadamente 3% y la tasa anual de incremento del número de vehículos se ha estimado en 4% como mínimo. Bajo esta suposición, el tráfico de los dos puentes alcanzaría, aproximadamente, 50,000 pcu después de tres (3) años y 55,000 pcu después de cinco (5) años. Es claro que dicho volumen excede su capacidad de los puentes si no se toman las medidas necesarias.

A la apertura del nuevo Puente Confraternidad, el volumen de tráfico se estima en aproximadamente 17,000 pcu en cada dirección sobre la base del volumen de tráfico actual mostrado a continuación. Esto implica que el puente deberá tener 4 carriles, 2 en cada dirección.

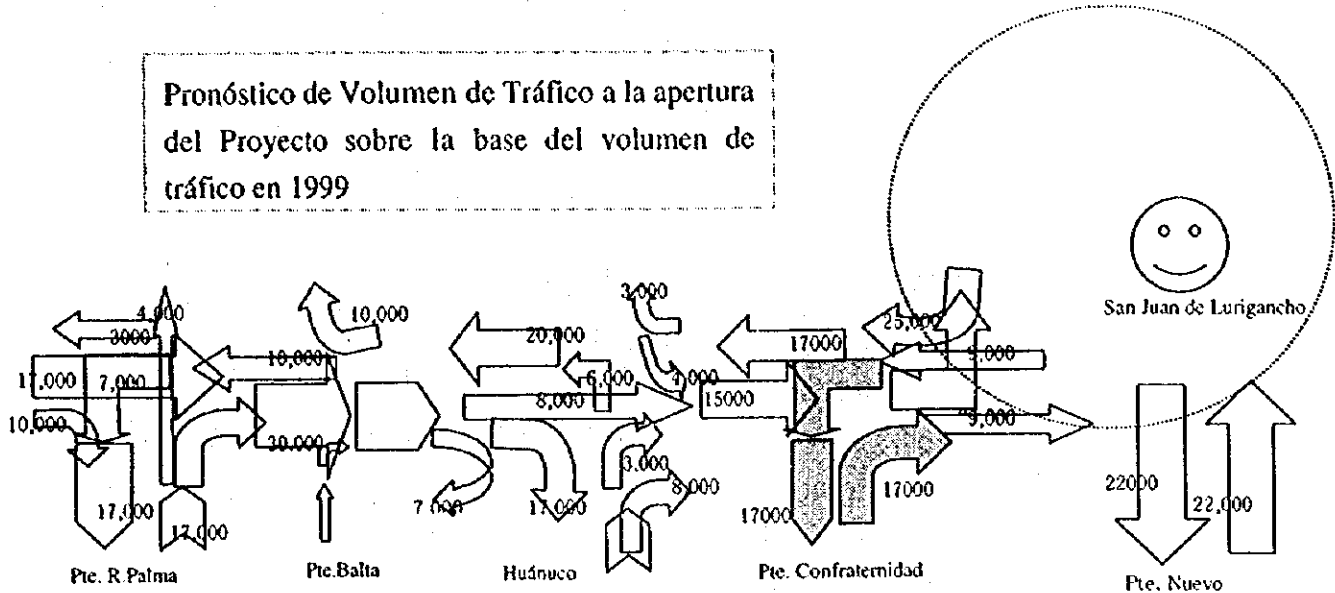


Figura 2.6 Volumen de Tráfico Previsto a la Apertura del Proyecto Los Números Muestran PCU

(b.2) Ancho de Carril

El ancho de los carriles deberá ser suficiente para cubrir el ancho de los vehículos (máximo 2.5m) y un adicional (para el adelanto de vehículos). AASHTO recomienda 12 pies como ancho deseable. La figura de la derecha muestra un cuadro elaborado experimentalmente para calcular el ancho económico teniendo en cuenta la "velocidad" y el "confort". El cuadro muestra que para una velocidad de diseño de 60 km/h y un porcentaje de vehículos pesados de 30%, el ancho de carril adecuado es 3.1m.

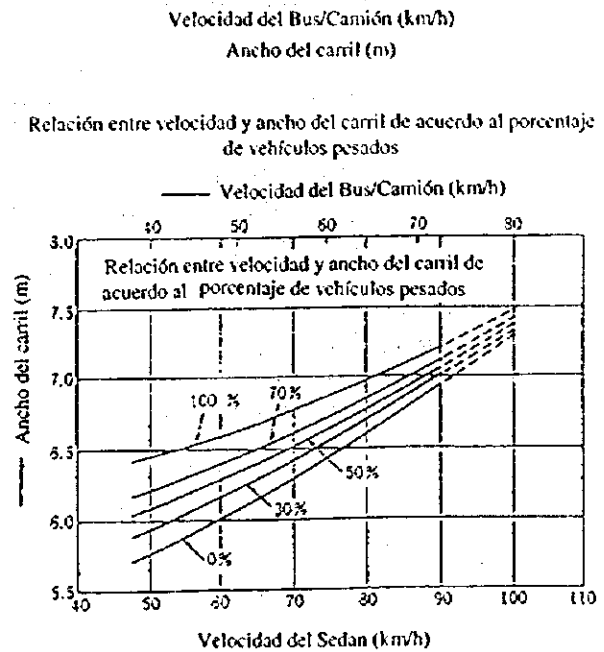


Figura 2.7 Ancho deseable del carril de acuerdo a experimentos en vías de 4 carriles

El estándar de la Municipalidad de Lima muestra un ancho 3.3m para vía arterial y 3.0m para vía colectora. El camino del presente Proyecto pertenece a la categoría de "vía colectora" con 3.0m de ancho para una velocidad de diseño de 50km/h. Sin embargo, se recomienda un ancho de 3.3m considerando la conexión con la Av. 9 de Octubre (la que tiene un ancho de carril de 3.3m) y el ensanchamiento en la curva de 160m de radio en la Av. Evitamiento.

(b.3) Berma central

La berma central está compuesta de "separador" y "franja lateral". Es requerida en vías con cuatro (4) o más carriles a fin de separar el tráfico en ambas direcciones. Mientras más ancha es la berma central más efectiva es para la protección contra accidentes y los trabajos de mantenimiento. Sin embargo, sus dimensiones están limitadas por la adquisición de terreno y el costo de construcción.

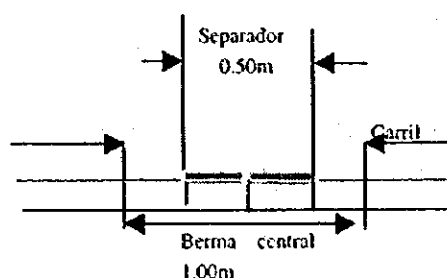


Figura 2.8 Berma Central

El estándar del IMP recomienda un ancho de 1m al igual que el estándar japonés para vías urbanas. Por lo tanto, se recomienda una berma central de 1m de ancho para el proyecto. Se dispondrán franjas laterales de 0.25m de ancho a ambos lados de la berma central.

Se recomienda separador de concreto de 0.50m de ancho algunos centímetros por encima de la superficie del pavimento asfáltico a fin de ser utilizado en caso de emergencia por las vías en ambas direcciones.

(b.4) Vereda

Se ha decidido emplear el ancho mínimo de vereda recomendado por el estándar del IMP por las razones que se presentan a continuación así como bermas laterales de 0.50m de ancho para garantizar la seguridad de los peatones.

- 1) La conveniencia para los peatones que cruzan el Río Rímac y la Av. Evitamiento.
- 2) Si bien es cierto no se tiene información de campo acerca del número de peatones, se estiman unos pocos cientos de personas por hora en base a los

resultados de la investigación de campo efectuada por el Equipo de Estudio en los puentes Huánuco, Balta y Palma y en los puentes Piedra y Santa Rosa (3,000 y 400 peatones por hora respectivamente).

- 3) En Lima, existe una condición especial bajo la cual los pasajeros de bus utilizarán la vereda para hacer cambio de bus cuando su vehículo se detenga en la vía debido a la congestión de tráfico.

Si la vereda se extiende hasta el final del acceso norte, los peatones cruzarán la congestionada vía riesgosamente. Por lo tanto, se ha decidido instalar la vereda a aproximadamente 700m del estribo del acceso norte. Se instalarán escaleras en el terraplén del estribo y los peatones se dirigirán hacia el norte por debajo del puente.

La altura del sardinel es 0.25cm por encima de la superficie de la calzada.

(b.5) Berma lateral

Berma lateral es el ancho adicional provisto al lado de la vía a fin de asegurar el confort de los vehículos que transitan. Aunque en un sentido más amplio, berma lateral incluye los espacios para "instalaciones de vía" o para "protección de la berma del

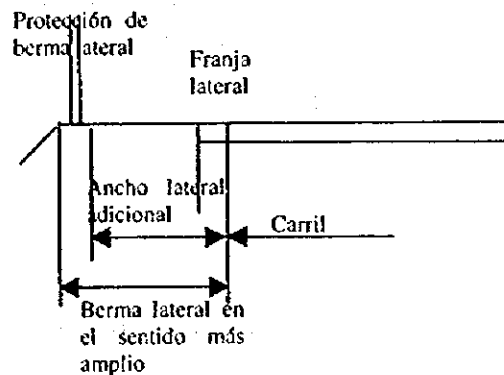


Figura 2.9 Berma Lateral

terraplén", en el presente proyecto es considerada como el ancho adicional sin tener en cuenta los espacios para las instalaciones de vía. La zona lateral del carril es denominada "franja lateral".

El estándar japonés especifica tres tipos de berma lateral. Para la vía expresa se aplicará la "berma lateral completa", con más de 2.5m de ancho, o la "berma lateral media", con 1.25-1.75m mientras que para las vías generales se empleará la "berma lateral estrecha", con 0.75-0.50m de ancho (se permitirá 0.5m para el caso del viaducto).

Si bien es cierto el estándar del IMP es 2.60m y el requerido es 2.40m, una franja lateral de 0.50m de ancho se incluirá en la berma lateral. (Figura 2.10)

Un muro continuo de 1.10m de altura será instalado en la parte exterior de la berma lateral en el viaducto y los puentes.

Se instalará guardarrieles en la parte exterior de la berma lateral en las secciones de los terraplenes.

Sobrecancho lateral, franja lateral, carril.

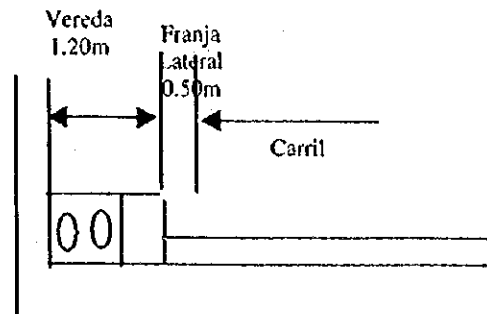


Figura 2.10 Berma Lateral en el Viaducto y los Puentes

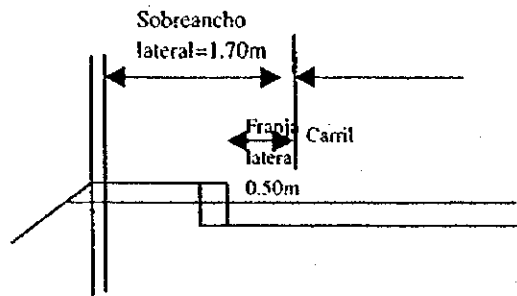


Figura 2.11 Berma lateral (terraplén sur)

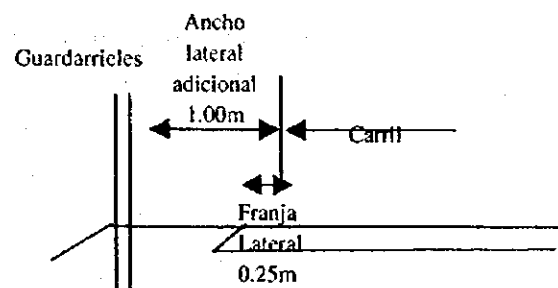


Figura 2.12 Berma Lateral (terraplén norte)

2.3.2.3 Sección Transversal de la Vía y Puente

Como se mencionó en el capítulo 2.3.2.2 la sección transversal de la vía del Proyecto es como se muestra a continuación:

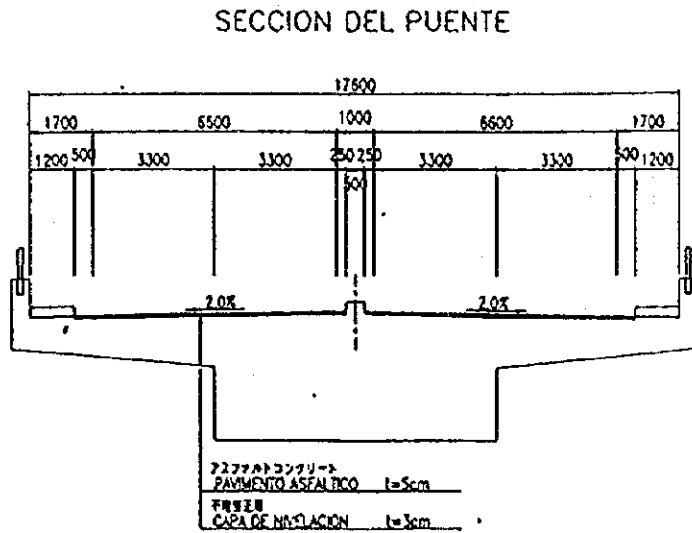


Figura 2.13 Sección Transversal Estándar del Puente

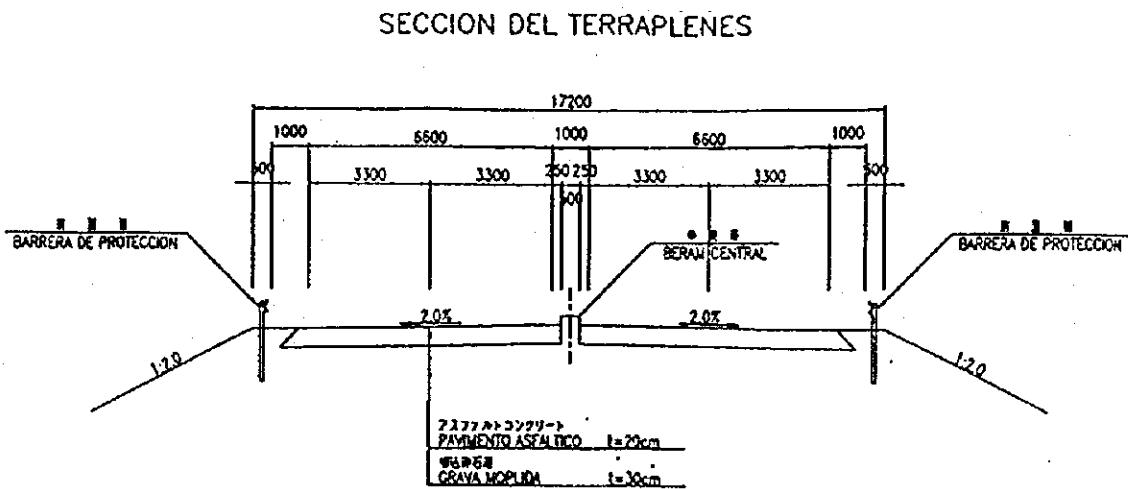


Figura 2.14 Sección Transversal Estándar de la Vía (lado sur)

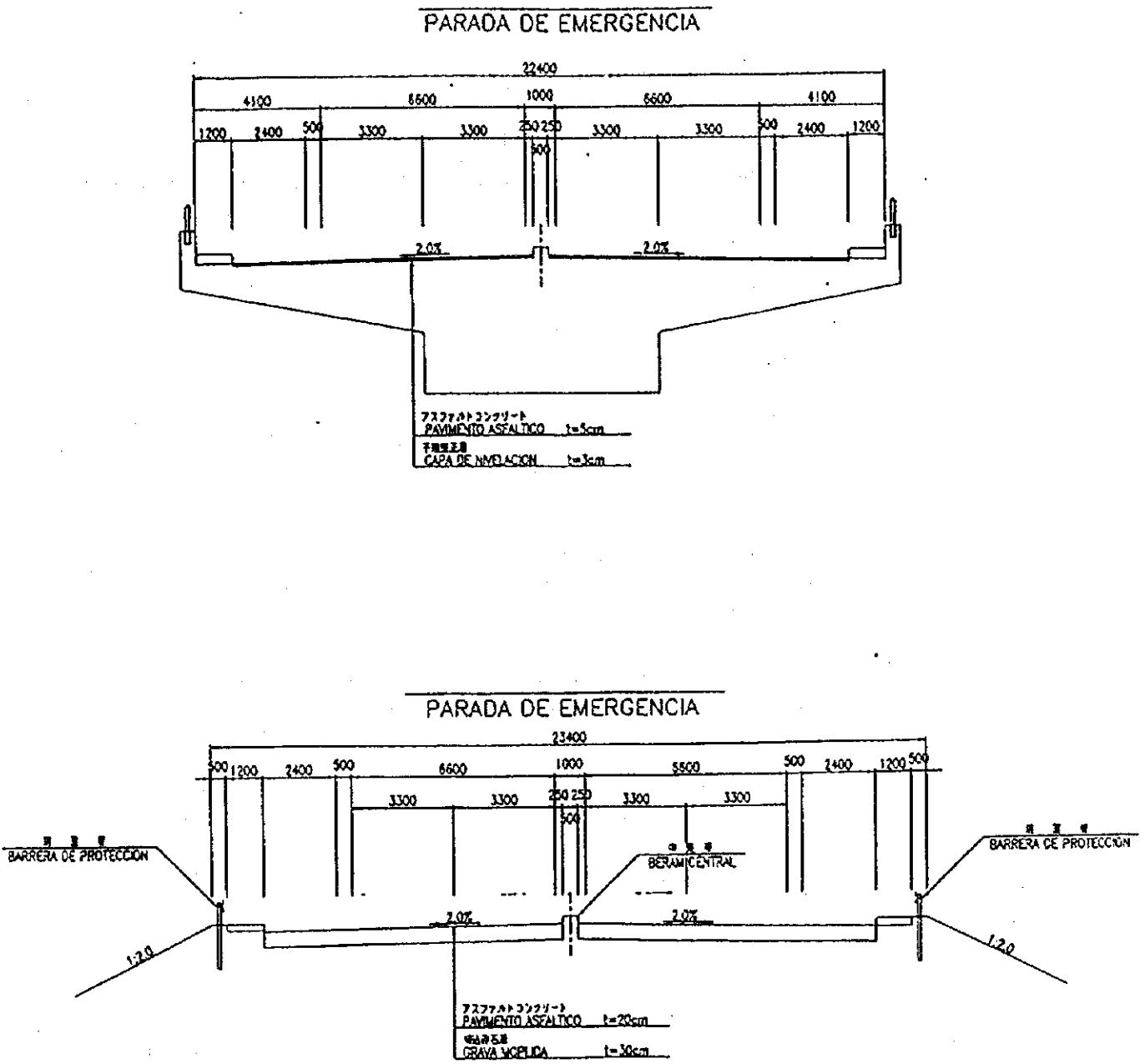


Figura 2.17 Sección Transversal en la Zona de Parqueo de Emergencia

(c) Plan Estructural

(c.1) Distribución de la longitud de los tramos

Bajo las condiciones mostradas en la Tabla 2.20, las 3 alternativas que se muestran en la Figura 2.18 han sido estudiadas. Como conclusión, se recomienda la alternativa 1.

Tabla 2.20 Distribución de la Longitud de los Tramos

Ubicación	Distribución de la longitud de los tramos	Ventaja	Desventaja	Conclusión
Sobre Río Rímac	1) Puente continuo de 3 tramos sin pilares cerca del dique existente. Cruza la vía férrea y el Malecón Rímac por el tramo lateral.	Seguro durante inundaciones	Necesita tramos largos	Adoptado
	2) Pórtico rígido de 2 tramos tipo T con pilar sobre el dique existente. Cruza la vía férrea y el Malecón Rímac por el tramo lateral sur.		Peligroso durante inundaciones. Tramos largos. Antieconómico	
	3) Puente continuo de 3 tramos con pilares sobre el dique existente. Cruza la vía férrea por el tramo lateral. Se dispondrá un pilar entre la vía férrea y el Malecón Rímac.	Tramos cortos	Peligroso durante inundaciones	
Cantagallo	Se adopta longitud de tramos estándar de 25-30m	Económico	Estéticamente malo	Adoptado
Av. Evitamiento	1) Atraviesa 6 carriles sin pilares en la berma central	Preferible para el manejo	Mala performance	Adoptado
	2) El pilar se apoya en la berma central	Mejor performance	Malo para el manejo	

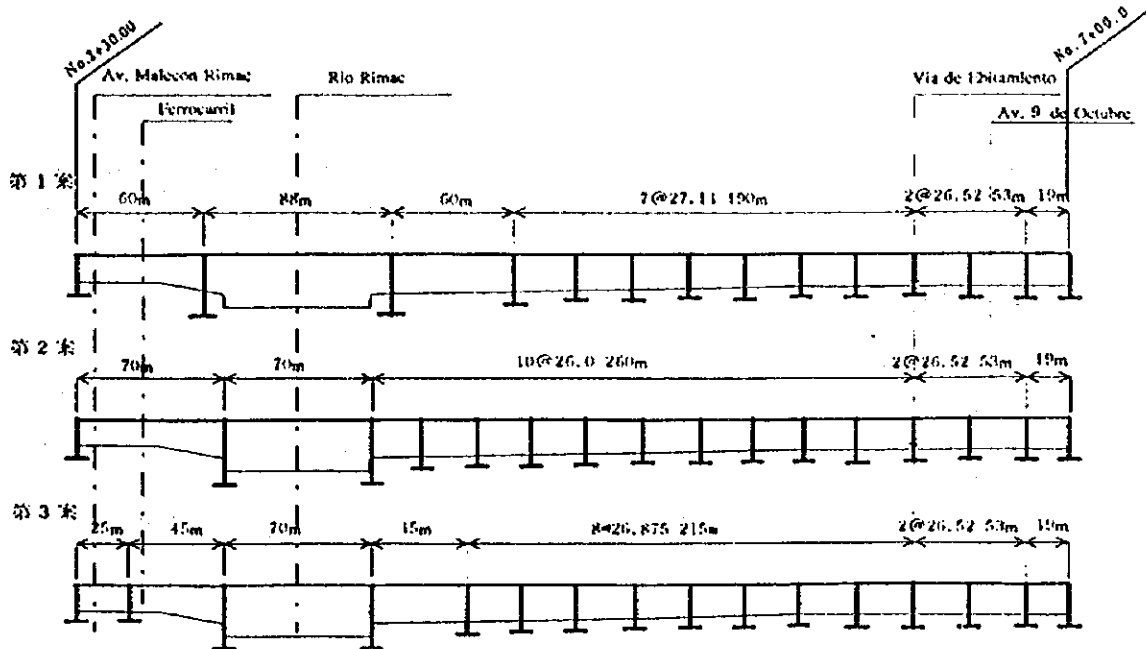


Figura 2.18 Distribución de la Longitud de los Tramos

El radio de la vía es de sólo 150m en la Av. Evitamiento y el ángulo de intersección con la Av. Evitamiento resulta menor que 90 grados. Se recomienda dos puentes independientes en cada dirección a fin de ajustar la longitud de los tramos y mantener el ángulo entre la viga del pilar del puente y el eje del mismo.

La ubicación de los pilares se muestra en la Figura 2.19.

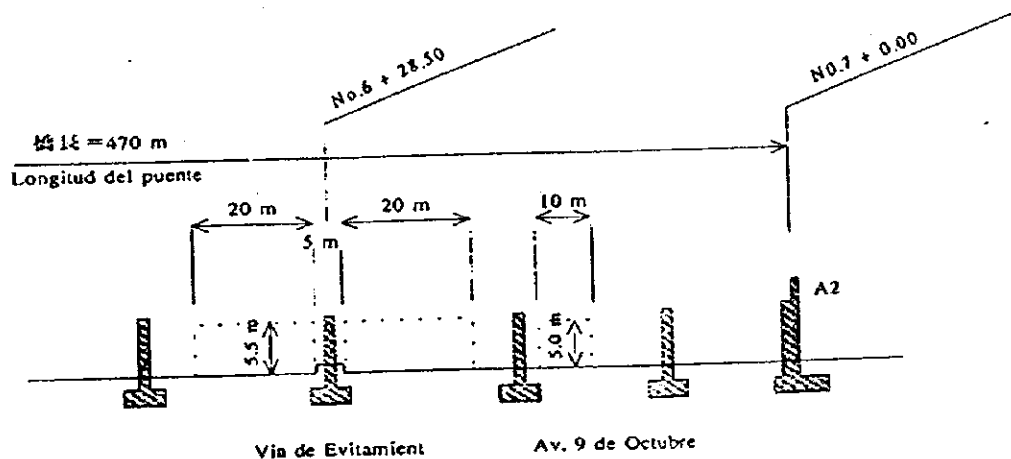


Figura 2.19 Ubicación de los Pilares

El tamaño adoptado y esfuerzos en los puentes mostrados en la Figura 2.22 son como se muestra a continuación:

Tabla 2.21 Esfuerzos en el Puente Continuo de Tres Tramos de Concreto Presforzado y Viga Cajón (A1-P3)

Ubicación	Centro de la luz		Sobre el pilar	
Altura de la viga	2.5m		6.0 m	
Fuerza en la sección transversal	M=2270 (tf-m)	S=6 (tf)	M=-1673 (tf-m)	S=92 (tf)
Esfuerzo en la viga principal (bajo carga de diseño)	Admisible $-15 < c < 140$ (kgf/cm ²)		Admisible $-15 < c < 140$ (kgf/cm ²)	
	Fibra superior $c=94$ (kgf/cm ²)		Fibra superior $c=9$ (kgf/cm ²)	
	Fibra inferior $c=-1$ (kgf/cm ²)		Fibra inferior $c=85$ (kgf/cm ²)	

Tabla 2.22 Esfuerzos en el Puente Continuo de Tres Tramos de Concreto Presforzado y Viga Compuesta Tipo I (P3-P6) (para viga principal)

Ubicación	SEC-106		SEC-207	
Altura de la viga	1.68		1.68	
Fuerza en la sección transversal	M=443.7 tf-m	S=19.5 tf	M=377.0 tf-m	S=8.9 tf
Esfuerzo en la losa (bajo carga de diseño)	Admisible $-15 < c < 100$ (kgf/cm ²)		Admisible $-15 < c < 100$ (kgf/cm ²)	
	Fibra superior $c=52$ (kgf/cm ²)		Fibra superior $c=53$ (kgf/cm ²)	
	Fibra inferior $c=-$ (kgf/cm ²)		Fibra inferior $c=-$ (kgf/cm ²)	
Esfuerzo en la viga principal (bajo carga de diseño)	Admisible $-15 < c < 150$ (kgf/cm ²)		Admisible $-15 < c < 150$ (kgf/cm ²)	
	Fibra superior $c=68$ (kgf/cm ²)		Fibra superior $c=73$ (kgf/cm ²)	
	Fibra inferior $c=-7$ (kgf/cm ²)		Fibra inferior $c=-11$ (kgf/cm ²)	

(c.2) Tipo de Estribo

El tipo de estribo se ha decidido en función a su altura y la reacción de la superestructura como se muestra en la Tabla 2.23

Tabla 2.23 Tipo de Estribo

Marca	Altura (m)	Reacción de la superestructura	Condiciones de apoyo
A1	H=14.9	627	Apoyos descentrados
A2	H=11.0	200	Móvil

El estribo tipo invertido fue adoptado para el presente proyecto a partir de la Figura 2.21 que muestra la relación entre altura y tipo de estribo.

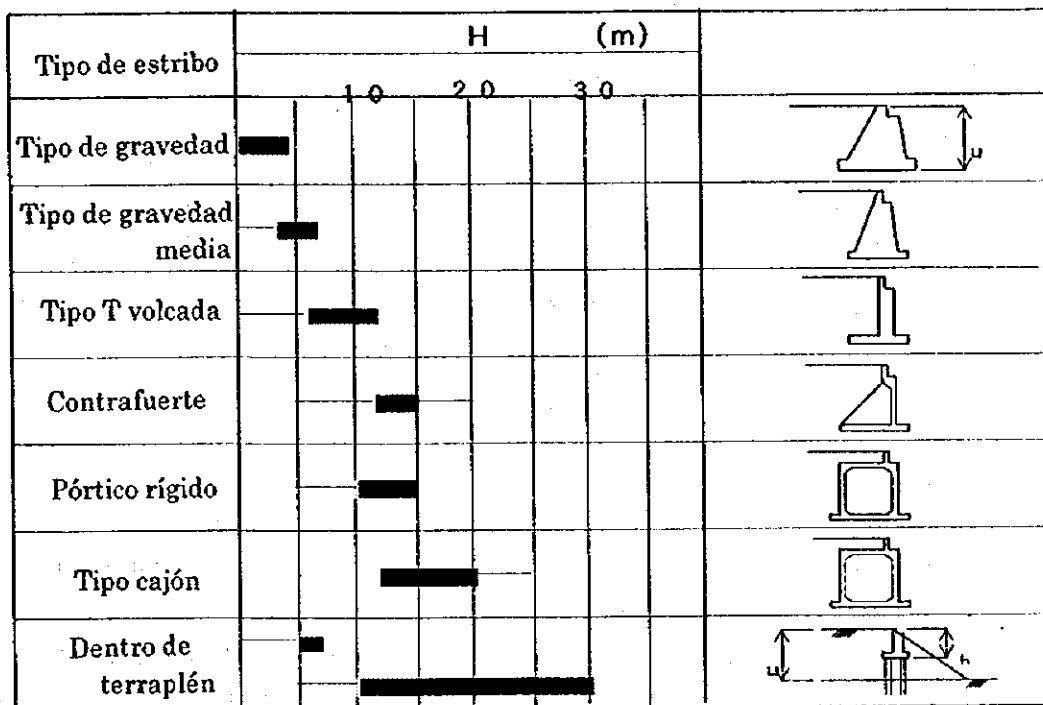


Figura 2.20 Relación Entre Altura y Tipo de Estribo

(c.3) Pilar

El tipo de pilar deberá decidirse en función a su altura, tipo de superestructura, reacción de la superestructura, condiciones de apoyo, ajuste con la superestructura, longitud del puente, performance, economía, estética, etc.

La Figura 2.24 muestra la relación entre altura y tipo de pilar.

Tabla 2.24 Resumen del Tipo de Pilar

Marca	Altura (m)	Tipo de superestructura	Reacción de la superestructura	Condición de apoyo	Ancho de la viga del pilar del puente	Conclusión
A1	14.9		627			
P1	15.6	3 tramos concreto presforzado	4020	Apoyos descentrados		Tipo muro
P2	13.7	Continuo	4020	"		"
P3	10.7	Viga tipo cajón	640	"		Pórtico rígido
∞	11.9	3 tramos conectados de concreto presforzado	550	Móvil	16	"
P4	11.0	vigas compuestas	1150	Fijo	"	"
P5	10.5	(en su totalidad)	1150	Móvil	"	"
P6	10.7		550	"	"	"
∞		3 tramos conectados de concreto presforzado	300+280	"	"	"
P7	11.5	viga compuesta	620+590	Fijo	8 + 8	Tipo muro
P8	10.6	(separación)	620+590	Móvil	"	
P9	11.2		590+580	Fijo	"	
P10			590+570	Móvil	"	"
P11			570+560	"	"	"
P12	10.0		510+570	"	"	"

(c.4) Cimentación de las Estructuras

La longitud del tramo de la superestructura en P1 y P2 es aproximadamente 88m y la reacción es aproximadamente 4000 ton. Por lo tanto, el tamaño de la cimentación será aproximadamente 12m x 16m. P1 y P2 serán instalados cerca del muro de protección del Río Rímac y el nivel de fondo se estima 2m por debajo del fondo del mismo. El estrato resistente cerca del muro es una capa profunda de grava-arena sólida con abundante agua de río. Después de comparar dos tipos de cimentación, se adoptó cimentación directa haciendo uso de "grout" químico durante la excavación. La cimentación directa o cimentación de pozo abierto es posible para P1 y P2. Los pilares P3 a P8

tendrán cimentación directa empleando métodos de corte abierto pues la longitud de los tramos es menor que 30m y el estrato resistente es menos profundo. Sin embargo, en el caso de P9 a P11 cercanos a la Av. Evitamiento, se requerirá un muro de protección para garantizar suficiente espacio para el tráfico en la autopista.

La siguiente tabla muestra el procedimiento de estudio y los resultados.

Tabla 2.25 Tipo de Cimentación en cada Pilar

Marca	Posibilidad de erosión	Profundidad del estrato resistente (m)	Profundidad del agua subterránea (m)	Tipos de estratos resistentes	Distancia entre los tramos (m)	Decisión	Profundidad de cimentación Df (m)
A1	Sí	-5.0	-10.0	Arena y desmonte	60	Cimentación directa	6.0
P1	Sí	-10.0	-1.5	(N=30)	88	Cimentación directa	10.0
P2	"	-10.0	-2.3	"	60	"	9.5
P3	No	-2.2	-2.5	"	25-30	Cimentación directa	4.0
P4	"	-3.8	-4.2	"	"	"	3.5
P5	"	-4.3	-5.0	"	"	"	3.6
P6	"	-1.5	-5.5	"	"	"	3.8
P7	"	-1.5	-6.0	"	"	Cimentación directa	3.5
P8	"	-1.0	-5.8	"	"	"	3.5
P9	"	-1.0	-6.0	"	"	"	3.5
P10	"	-0.8	-6.2	"	"	"	3.8
P11	"	-2.5	-6.5	"	"	"	2.6
P12	"	-3.0	-8.5	"	"	"	4.2
A2	"	-3.0	-8.5	"	"	Cimentación directa	4.6

La reacción calculada se muestra en la Tabla 2.26

Tabla 2.26 Reacción en la Cimentación de un Pilar

Reacción	Máx	Máx	Máx	Máx
Normal	Q=48 tf/m ²	Q=43 tf/m ²	Q=23 tf/m ²	21 tf/m ²
	Qa=60 tf/m ²	Qa=60 tf/m ²	Qa=50 tf/m ²	Qa=50 tf/m ²
Con sismo	Qe=61 tf/m ²	Qe=81 tf/m ²	Q=39 tf/m ²	Q=37 tf/m ²
	Qea=90 tf/m ²	Qea=90 tf/m ²	Qea=75 tf/m ²	Qea=75 tf/m ²

(d) Planta General

Las plantas generales de la vía y puente se muestran en la Figura 2.21 y 2.22.

Puente Confraternidad Peru-Japon 日本ペルー友好橋	Escala 縮尺	No. Total 全枚数
Planta 道路平面図	S 1 / 2500	No. Limina シート番号

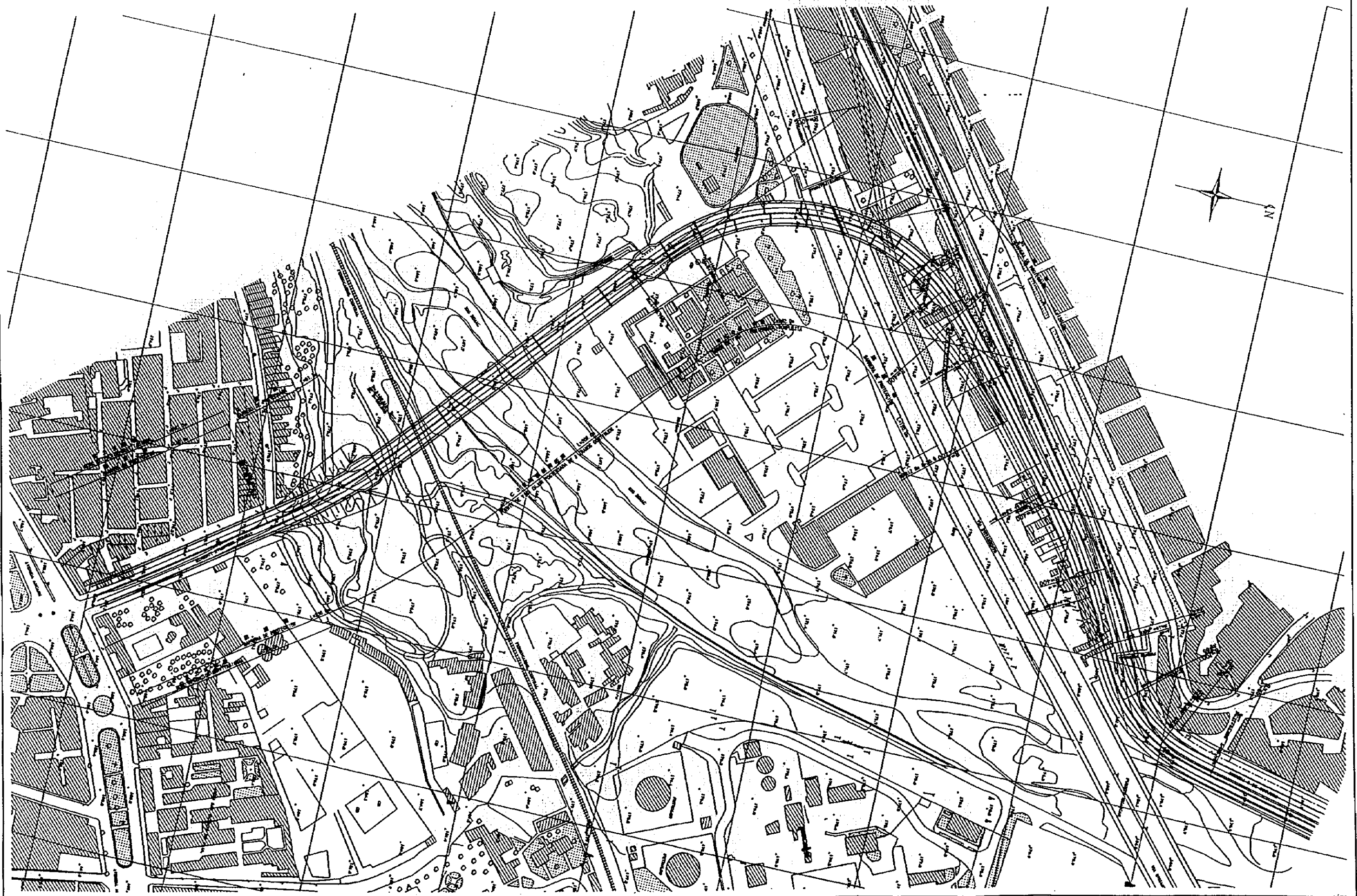


Figura 2.21 Planta General de la Vía

Puente Confraternidad Peru-Japon 日本ペルー友好橋	Escala 縮尺 S 1 / 2500	No. Total 全枚数
Planta 道館平面図		No. Limina シート番号

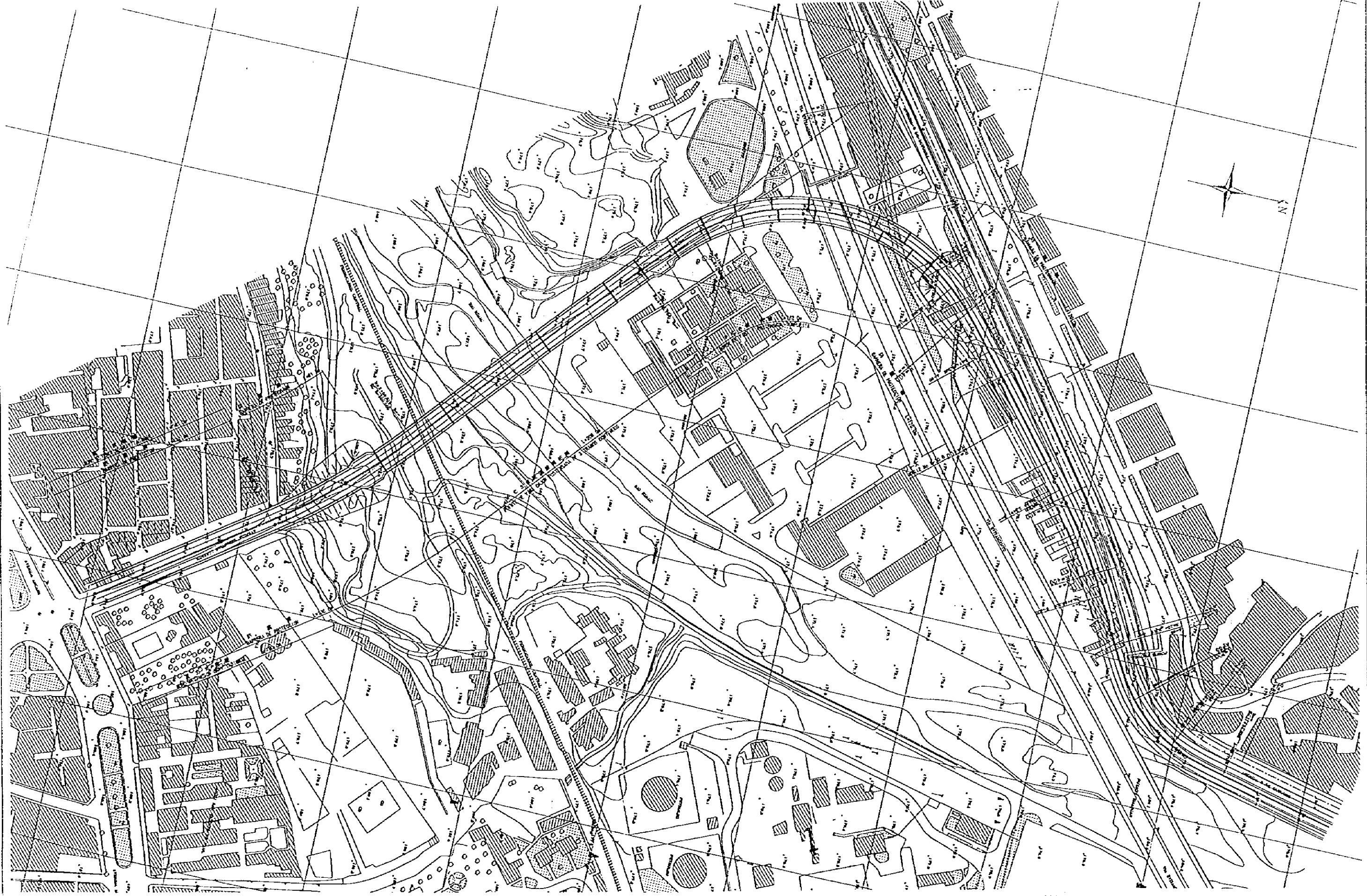


Figura 2.21 Planta General de la Vía

