

No. 1

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
REPUBLICA DE NICARAGUA
MINISTERIO DE CONSTRUCCION Y TRANSPORTE

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE LA RECONSTRUCCION
DE LOS PUENTES EN CARRETERAS PRINCIPALES
EN
LA REPUBLICA DE NICARAGUA**

NOVIEMBRE DE 1994

JICA LIBRARY



1122267161

CENTRAL CONSULTANT INC.
KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL CO., LTD.

GRS
~~CR-1~~
94-171

JICA
INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE LA RECONSTRUCCION
DE LOS PUENTES EN CARRETERAS PRINCIPALES EN LA REPUBLICA DE NICARAGUA

NOVIEMBRE

617
615
GRS
LIBRARY
94-171

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

REPUBLICA DE NICARAGUA
MINISTERIO DE CONSTRUCCION Y TRANSPORTE

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE LA RECONSTRUCCION
DE LOS PUENTES EN CARRETERAS PRINCIPALES
EN
LA REPUBLICA DE NICARAGUA**

NOVIEMBRE DE 1994

**CENTRAL CONSULTANT INC.
KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL CO., LTD.**



1122267 [6]

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua, el Gobierno del Japón decidió realizar un Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de la Reconstrucción de los Puentes en Carreteras Principales en la República de Nicaragua y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a la República de Nicaragua una misión de estudio presidida por el Lic. Hideki Abe, Director Ejecutivo de Departamento del Estudio y Diseño para Cooperación Financiera No Reembolsable, JICA, y formada con miembros de Central Consultant Inc. y Katahira & Engineers International Co., Ltd. del 21 de junio al 20 de julio de 1994.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de la República de Nicaragua 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 a la República de Nicaragua con el propósito de discutir el borrador del informe y se completó el presente informe.

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

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

noviembre de 1994



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

noviembre de 1994

Sr. Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Tokio, Japón

ACTA DE ENTREGA

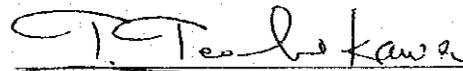
Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de la Reconstrucción de los Puentes en Carreteras Principales de la República de Nicaragua.

Bajo el contrato firmado con JICA y el Consorcio de Central Consultant Inc. y Katahira & Engineers International Co., Ltd., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 18 de junio de 1994 hasta el 22 de diciembre de 1994. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Nicaragua, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

Deseamos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro profundo agradecimiento a los personales de JICA y Ministerio de Asuntos Exteriores del Japón. Así mismo, deseamos expresar nuestra gratitud a los funcionarios relacionados del Ministerio de Construcción y Transporte, Ministerio de Cooperación Externa de Nicaragua y de la Embajada del Japón en la República de Nicaragua por sus consejos y colaboraciones precisas con el Proyecto.

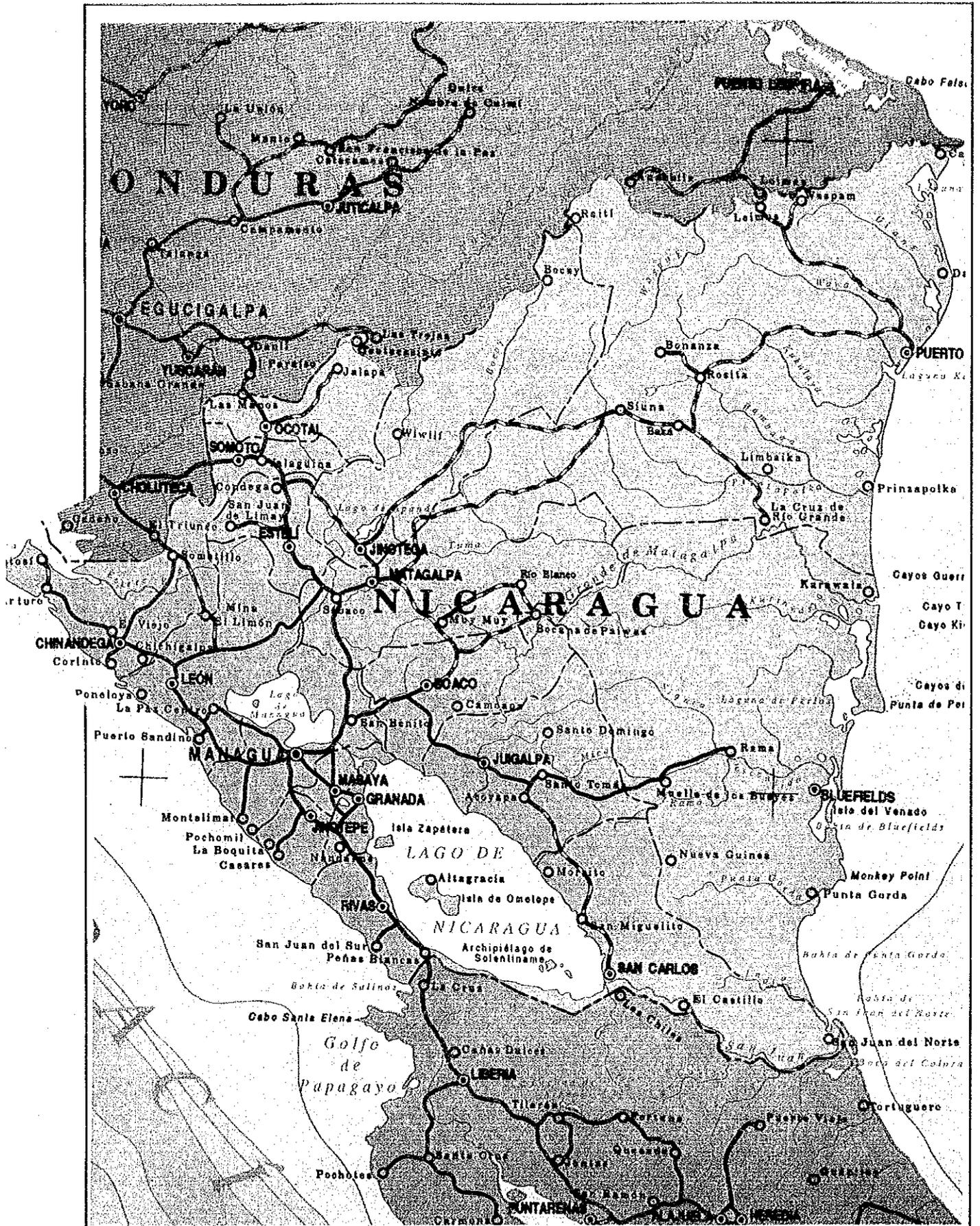
Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,



Takashi Tachikawa

Jefe del Equipo de Ingenieros,
Misión de Estudio de Diseño Básico para
el Proyecto de la Reconstrucción de los
Puentes en Carreteras Principales
en la República de Nicaragua,
Consorcio de Central Consultant Inc. y
Katahira & Engineers International Co., Ltd.

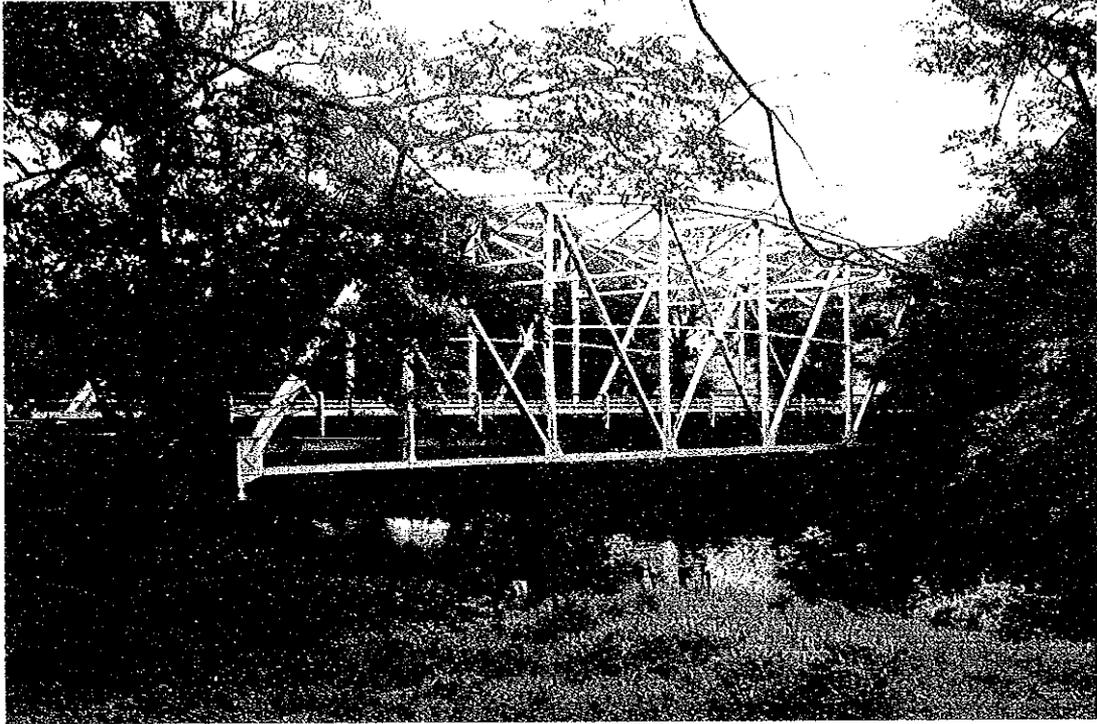


MAPA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA



MAPA DE UBICACION DE PROYECTOS

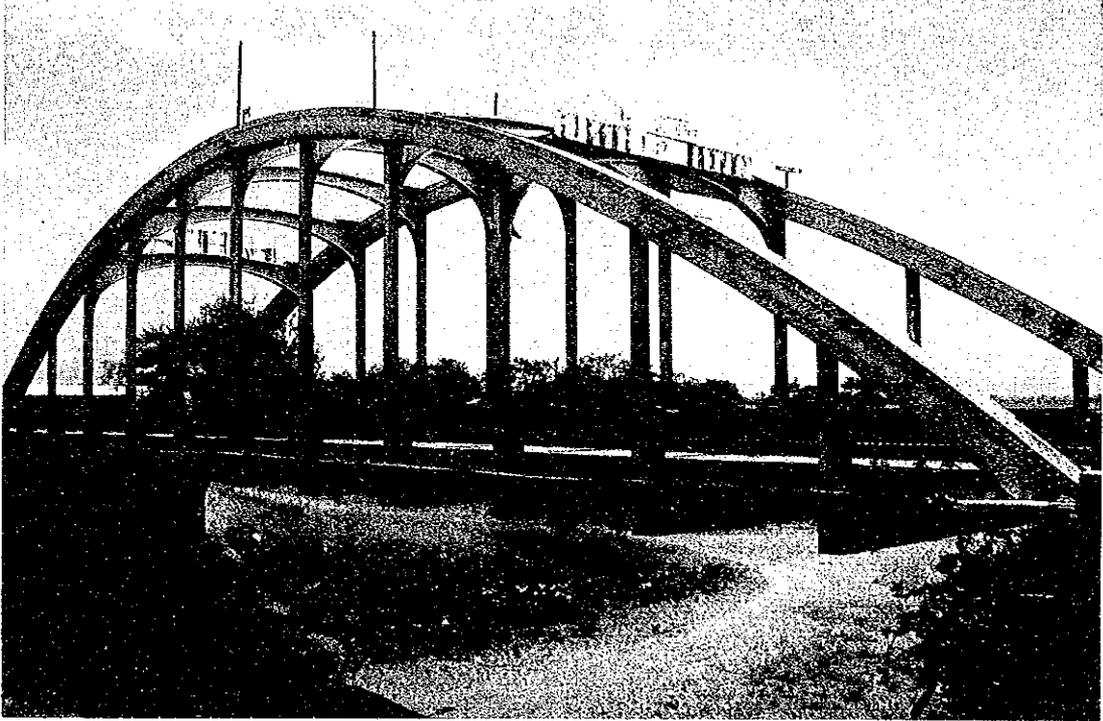
Situación Actual del Puente Las Lajas

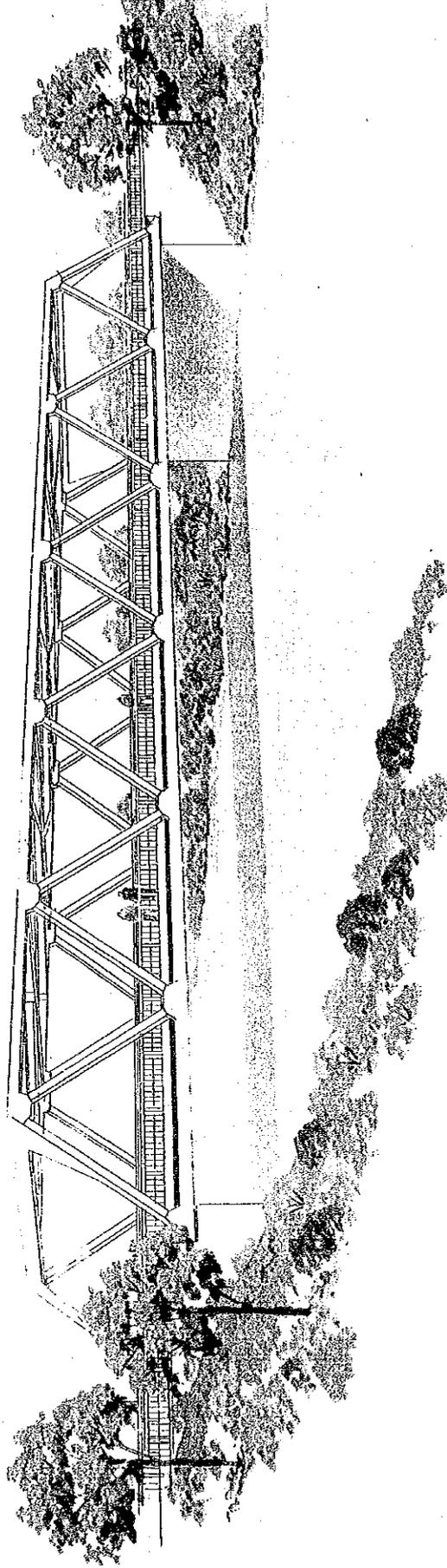


Situación Actual del Puente Maderas

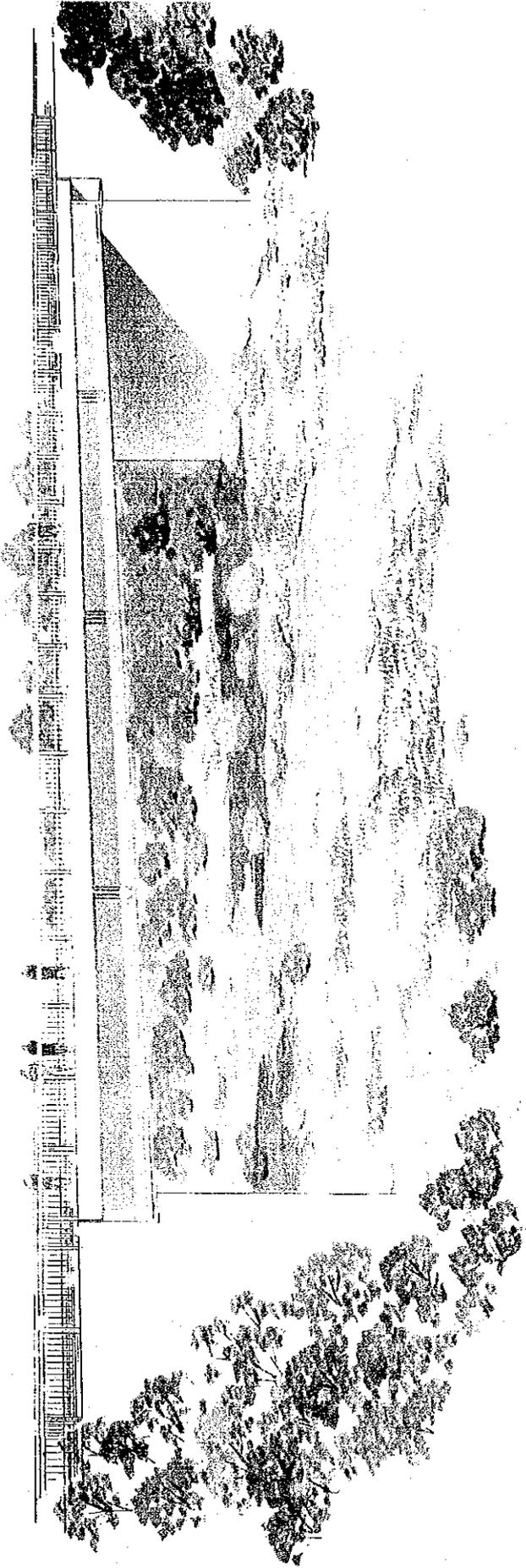


Situación Actual del Puente Sébaco

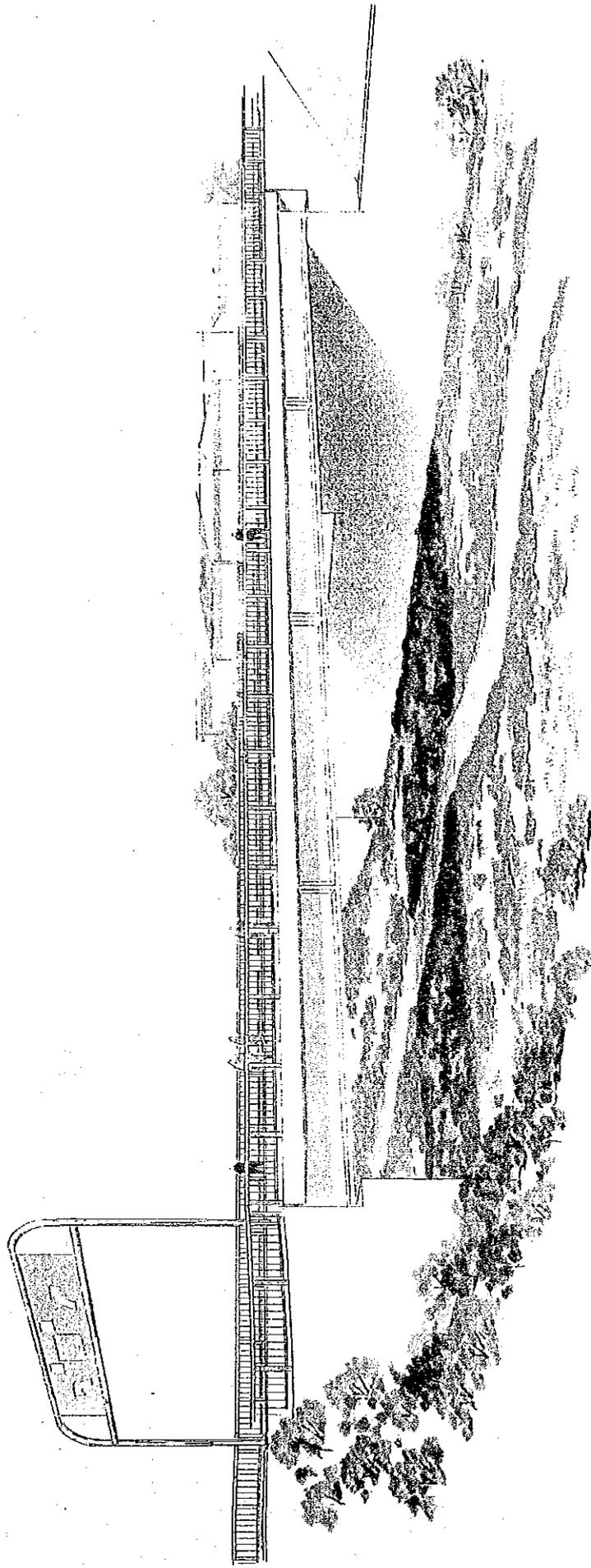




PERSPECTIVA DE PUENTE LAS LAJAS



PERSPECTIVA DE PUENTE LAS MADERAS



PERSPECTIVA DE PUENTE SEBACO

RESUMEN

RESUMEN

La República de Nicaragua está ubicada aproximadamente en el centro de Centro América, teniendo como países vecinos la República de Honduras al norte y la República de Costa Rica al sur, y el Mar Caribe y el Océano Pacífico al este y al oeste, respectivamente. El gobierno actual, bajo el liderazgo de la Presidenta Violeta Chamorro, comenzó sus funciones en febrero de 1990, después de finalizada la guerra civil que tuvo una duración aproximada de 10 años.

El asunto más importante para la nación después del término de la guerra civil es la reconstrucción y activación de la economía que se encuentra actualmente devastada y extenuada. Para ello, se necesita rehabilitar y mejorar la infraestructura social de la nación, por lo que se considera que el mejoramiento y rehabilitación adecuados de las carreteras principales de la nación es indispensable para realizar el proceso de reconstrucción económica, y por consiguiente, viene a ser una de las políticas con grado de prioridad más alto dentro del "Program for Economic Recovery and Growth"(Programa de Crecimiento y Recuperación Económica).

Una de las características estructurales más notables de la economía nicaragüense es su estrecha relación con las naciones vecinas, por lo que el mejoramiento y rehabilitación de la Carretera Panamericana, que es una carretera internacional y el elemento más importante dentro de la red vial, se considera como una función primordial y con un nivel de alta prioridad actualmente.

La Carretera Panamericana, construída hace más de 50 años, es una carretera pavimentada de dos carriles. Además de tener los hombros y los carriles angostos, el pavimento se encuentra en muy mal estado, existiendo tramos que necesitan mejoras urgentes para hacer frente al volumen de tráfico actual. Así mismo, la mayoría de puentes existentes en esta carretera se encuentran en un estado avanzado de deterioro debido a que ya son obsoletos y a la capacidad de carga insuficiente. Para empeorar la situación, los puentes cuentan con anchos menores que la propia carretera, y por consiguiente, no posibilitan el flujo simultáneo de tráfico de vehículos en los dos sentidos. Como resultado, los puentes son causa de congestión de tráfico ya que se producen cuellos de botellas en los mismos. Se considera que una de las causas de dicha situación se debe a los vehículos livianos de tráfico que existía en la época cuando la carretera y los puentes fueron

diseñados y construidos. Así mismo, se supone que el mantenimiento y reparación inadecuados durante el período de la guerra civil contribuyó en el empeoramiento de la situación.

Haciendo uso de los recursos financieros proporcionados por organizaciones internacionales y otras instituciones, el Gobierno de Nicaragua está llevando a cabo una serie de las obras de mejoramiento de la Carretera Panamericana, comenzando con los tramos cuyo grado de urgencia es mayor. Sin embargo, se ha podido observar en los proyectos de rehabilitación ejecutados hasta ahora, que dichos fondos y la implementación de las mejoras que conllevan, no incluyen el mejoramiento de puentes.

En 1993 la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) llevó a cabo el Estudio sobre "El Mejoramiento y Rehabilitación de las Carreteras en Nicaragua". Para cumplir con uno de los objetivos de dicho estudio, se realizó el análisis de la situación actual de las carreteras (aproximadamente 3,000 km) que unen zonas urbanas con poblaciones mayores de 100 mil habitantes en todo el país, determinándose así el Plan Maestro para el mejoramiento de carreteras en el país. Así mismo se estableció que era necesario dar mantenimiento urgente a alrededor de 200 km de carreteras principales, para lo cual se llevó a cabo un estudio de factibilidad. A su vez, JICA recomendó que los 21 puentes existentes en las carreteras principales necesitan reconstruirse urgentemente, debido principalmente al deterioro, a la capacidad de carga y ancho insuficientes que presentan los mismos.

En vista de tal situación, el Gobierno de Nicaragua solicitó la Cooperación Financiera No Reembolsable al Gobierno del Japón para la construcción de cuatro puentes en el tramo entre Nejapa e Izapa, para lo cual en julio de 1994 se concluyó el Canje de Notas. A continuación, en noviembre de 1992 y en mayo de 1994, el Gobierno de Nicaragua hizo otra solicitud ya que decidió sustituir tres de los puentes existentes en la Carretera Panamericana (Las Lajas, Las Maderas y Sébaco). En dichos puentes se pudo observar un tráfico muy denso de vehículos pesados, presentando un riesgo muy alto de colapso debido al estado actual de deterioro de los mismos; así mismo, actualmente no existen rutas alternativas en el caso de que alguno de los puentes se desplomara, lo que conlleva el peligro de efectos económicos muy serios para el tráfico que circula a través de dichos puentes. Con la finalidad de obtener los recursos necesarios para llevar a cabo dicha

sustitución de puentes, el Gobierno de Nicaragua solicitó la Cooperación Financiera No Reembolsable al Gobierno del Japón.

En respuesta a dicha solicitud, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio de Diseño Básico, para lo cual envió, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), una Misión de Estudio a la República de Nicaragua, durante el período comprendido entre el 21 de junio y 20 de julio de 1994.

Después de su regreso a Japón, dicha Misión examinó la factibilidad y necesidad del presente proyecto, basándose en los resultados de las investigaciones realizadas en Nicaragua. Así mismo, preparó el Borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico, después de haber realizado estudios comparativos de alternativas relacionadas con la envergadura, forma, método de ejecución de obras y otros aspectos afines de los puentes reconstruidos.

Durante el período comprendido entre el 26 de septiembre y 9 de octubre de 1994, JICA envió a Nicaragua una segunda Misión para explicar el Borrador de dicho Informe, período en el que se obtuvo el consentimiento del Gobierno de Nicaragua con respecto al contenido básico del mismo.

El resumen de los resultados del Estudio para el presente Proyecto se presenta en el Cuadro siguiente.

Nombre del puente	Fase I	Fase II	
	Las Lajas	Las Maderas	Sébaco
Dimensiones			
Longitud	50.0 metros	40.0 metros	40.0 metros
Ancho total	9.7 metros	11.4 metros	13.4 metros
Ancho de carriles	7.9 metros	7.9 metros	7.9 metros
Ancho de paso peatonal	0.65 x 2 metros	1.5 x 2 metros	2.5 x 2 metros
Obras de Superestructura			
Tipo	Armadura de cerchas simples de acero	Viga T simple de concreto preesforzado	Viga T simple de concreto preesforzado
Obras de Infraestructura			
Tipo	Estribo en T invertida	Estribo en T invertida	Estribo en T invertida
Cimentación	Cimentación directa	Cimentación directa	Cimentación directa
Obras Otras			
Longitud total del camino de acceso	836 metros	160 metros	---
Camino de desvío para ejecución de las obras de construcción	Innecesario	Construcción de puente provisional	Construcción de terraplén sobre tubos corrugados para cruzar el río

La parte de los recursos financieros necesarios para la ejecución de este proyecto, que será cargada al Gobierno de Nicaragua, incluye el costo para la remoción de los puentes existentes, los costos para expropiación de las tierras necesarias para la ejecución del proyecto, los costos para el traslado de los postes y líneas de alumbrado eléctrico y de teléfono, así como los costos para mantenimiento de los caminos de desvío que serán necesarios para ejecutar las obras.

Como primera fase del presente proyecto se llevará a cabo la reconstrucción del Puente Las Lajas, seguido de una segunda fase para la reconstrucción de los Puentes Las Maderas y Sébaco.

Después de la conclusión del Canje de Notas entre los gobiernos de Nicaragua y del Japón, se realizará la ejecución del presente proyecto. El período necesario para finalizar el diseño final, la preparación de documentos para la licitación y llevar a cabo la licitación para la construcción de cada fase del Proyecto, después de la conclusión del contrato con el consultor, será de tres meses. En caso de que se planifique el período de construcción bajo el supuesto de que se concluya el contrato de la obra y se de inicio a la ejecución de la misma después de realizada la licitación, se necesitarán 12 meses para la ejecución de la primera fase y seis (6) meses para la segunda fase.

La ejecución del presente proyecto, compuesto por los rubros mencionados anteriormente, contribuirá en primer lugar, a la mejora de la seguridad del tráfico en la Carretera Panamericana, que es una gran arteria de las actividades económicas y sociales de Nicaragua, dando como resultado, la reactivación de la economía nacional y el mejoramiento del nivel de vida de la población. Así mismo, se espera que la ejecución del presente proyecto producirá efectos secundarios tales como la creación de oportunidades de empleo, la transferencia de tecnología, la reducción de costos para mantenimiento de carreteras, el mejoramiento del paisaje de las áreas urbanas y otros aspectos afines. Los beneficios que ya se han mencionado con anterioridad y que son producto del presente proyecto, ejercerán una influencia positiva sobre el pueblo en general del país, estimándose que se beneficiará a 2.9 millones de personas.

El mantenimiento y control de los puentes nuevos estará bajo responsabilidad del Ministerio de Construcción y Transporte. Se ha verificado que dicho Ministerio está

perfectamente capacitado para desempeñar dichas funciones desde los puntos de vista de organización, recursos humanos y recursos financieros.

En vista de las consideraciones arriba mencionadas, se considera que la implementación del presente proyecto haciendo uso de los recursos monetarios proporcionados por el Sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón es perfectamente factible y justificable.

El presente proyecto tiene como finalidad sustituir únicamente tres de los puentes que presentan grados de urgencia mayor y que están ubicados en la Carretera Panamericana. Es indispensable tener presente que la ejecución del presente proyecto no es suficiente para solucionar todos los problemas que existen actualmente en la Red Vial de Nicaragua. Después de finalizada y completada la ejecución del presente proyecto, en el futuro será necesario realizar proyectos similares de rehabilitación y mejoramiento de puentes. Desde este punto de vista, se considera que será necesario no solamente formular el Plan Maestro para llevar a cabo los trabajos futuros de rehabilitación y mejoramiento de puentes obsoletos existentes en la Red Vial de la nación, sino también será necesario determinar el orden de prioridad de dichos trabajos, tomando en cuenta la vinculación existente con otros recursos financieros para este sector.

CONTENIDO

PREFACIO

ACTA DE ENTREGA

MAPA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA

MAPA DE UBICACION DE PROYECTOS

FOTOGRAFIAS DE SITUATION ACTUAL

PERSPECTIVAS DE PUENTES OBJETIVOS

RESUMEN

CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA SOLICITUD	1
1.1 Antecedentes de la Solicitud	1
1.2 Aspectos Generales de la Solicitud	2
1.2.1 Objetivo de la Solicitud.....	2
1.2.2 Organización encargada de la Implementación del Proyecto	3
1.2.3 Generalidades de la Solicitud.....	3
CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO	5
CAPITULO 3 ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR DEL PROYECTO.....	7
3.1 Generalidades de la Red Vial	7
3.2 Estado actual y problemas existentes en las Redes Troncal Principal y Secundaria	9
3.3 Proyectos Financiados por Otros Países y Organismos Internacionales	11
3.4 Condiciones del Lugar del Proyecto.....	12
3.4.1 Condiciones Naturales	12
3.4.2 Volumen del Tráfico en la Región del Proyecto.....	13
3.4.3 Estado Actual de los Puentes del Proyecto	16
CAPITULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO	18
4.1 Conceptos Generales del Proyecto	18
4.1.1 Resultado del Estudio del Contenido de la Solicitud.....	18
4.1.2 Criterios de la Cooperación Financiera.....	20
4.2 Objetivos del Proyecto	20
4.3 Organización de la Puesta en Implementación del Plan.....	21
CAPITULO 5 DISEÑO BASICO	26
5.1 Criterios y Lineamientos del Diseño	26
5.2 Condiciones del Diseño, determinación de Normas, Deliberaciones	27
5.3 Planificación Básica	28
5.3.1 Selección del Lugar de Construcción del Puente.....	28
5.3.2 Análisis sobre la Longitud del Puente.....	31
5.3.3 Espacio debajo de las Vigas.....	31
5.3.4 Ancho en cada uno de los Puentes	32
5.3.5 Análisis del Tramo del Puente	35

5.4	Selección del Tipo de Puente	37
5.4.1	Selección de la Comparación de Propuestas de Estructuras de Puente (Selección Primaria).....	37
5.4.2	Selección del Tipo de Puente	40
5.5	Diseño Básico	45
5.5.1	Carga Especificada para el Diseño del Puente.....	45
5.5.2	Diseño de la Superestructura.....	47
5.5.3	Diseño de la Infraestructura	49
5.5.4	Protección de la Ribera	50
5.5.5	Carretera de Acceso	50
5.5.6	Planos Generales de los Puentes	51
5.6	Cálculo General del Volumen de Actividades del Proyecto	51
5.7	Plan de Ejecución de Actividades del Proyecto	55
5.7.1	Lineamientos de la Ejecución de Actividades del Proyecto	55
5.7.2	Condiciones Generales de la Construcción y Aspectos de Importancia a tomarse en cuenta en la Ejecución de los Trabajos de las Obras.....	59
5.7.3	Planificación de la Administración de las Obras	60
5.7.4	Planificación de la Adquisición de Equipo y Materiales	60
5.8	Planificación de Obras.....	64
5.8.1	Primera Fase: Construcción del Puente Las Lajas	64
5.8.2	Segunda Fase: Construcción de los Puentes Las Maderas y Sébaco	65
5.9	Gastos Responsabilidad de la República de Nicaragua.....	65
CAPITULO 6 EVALUACION DEL PROYECTO Y PROPUESTAS		66
6.1	Beneficios del Proyecto	66
6.2	Comprobación y verificación de la Factibilidad	69
6.3	Recomendaciones	70

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla-1	Datos de los Puentes Solicitados.....	3
Tabla-2	Longitud Vial Existente por Región y Clasificación Funcional (1988)	7
Tabla-3	Longitud de Carreteras Existentes por Región y Tipo de Superficie (1992).....	7
Tabla-4	Proyecto de Carreteras y Puentes Clasificados por Países y Organismos Internacionales que ofrecen Asistencia	11
Tabla-5	Clima, Temperatura Ambiente y Humedad en los Lugares donde se van a construir los Puentes.....	12
Tabla-6	Resultados de las Observaciones sobre el Volumen del Tráfico (Cerca del Puente Sébaco).....	14
Tabla-7	Volumen del Tráfico en los Puentes Objeto del Proyecto	14
Tabla-8	Perfil General de los Puentes Objeto del Proyecto	19
Tabla-9	Personal de la Dirección General de Vialidad	23
Tabla-10	Prepuestro y Gastos de la Dirección General de Vialidad del MCT.....	23
Tabla-11	Costo del Mantenimiento y Rehabilitación (Período de 10 años)	24
Tabla-12	Comparación de Costos.....	29
Tabla-13	Resultado del Análisis.....	30
Tabla-14	Resultados de Conteo de Volumen de Peatones y Biciletas en el Puente Sébaco	33
Tabla-15	Condiciones de la Evaluación de los distintos Tipos de Construcción para cada Puente	37
Tabla-16	Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Las Lajas.....	42
Tabla-17	Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Las Maderas	43
Tabla-18	Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Sébaco	44
Tabla-19	Peso Unitario de los Materiales	46
Tabla-20	Factor de Carga Sísmica (C)	46
Tabla-21	Dimensiones del Puente	47
Tabla-22	Tipo y Dimensiones de la Infraestructura	50
Tabla-23	Cálculo General del Volumen de Actividades del Proyecto.....	51
Tabla-24	Adquisición de Maquinaria para Construcción.....	63
Tabla-25	Planificación de Obras para la Construcción del Puente Las Lajas.....	64
Tabla-26	Planificación de Obras para la Construcción de la Segunda Fase	65
Tabla-27	Población y Area Beneficiadas	68

LISTA DE FIGURAS

Figura-1	Ubicación de los Puentes del Proyecto	4
Figura-2	Red Vial Troncal Primaria y Secundaria en Nicaragua	8
Figura-3	Puentes sobre las Carreteras Panamericanas que necesitan Mejoramiento y Reconstrucción Urgente	10
Figura-4	Volumen de Tráfico	15
Figura-5	Organigrama del Ministerio de Construcción y Transporte.	21
Figura-6	Organigrama de la Dirección General de Vialidad	22
Figura-7	Ancho de la Estructura de cada Puente.....	34
Figura-8	Sección Transversal de la Superestructura (Vigas de Celosía Tipo Warren).....	48
Figura-9	Sección Transversal de la Obras de la Superestructura (Viga T Simple de PC).....	49
Figura-10	Esquema General del Puente Las Lajas.....	52
Figura-11	Esquema General del Puente Las Maderas	53
Figura-12	Esquema General del Puente Sébaco.....	54

CAPITULO 1
GENERALIDADES
DE LA SOLICITUD

CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA SOLICITUD

1.1 Antecedentes de la Solicitud

La República de Nicaragua está situada en el centro de Centroamérica y tiene fronteras con la República de Honduras al norte y la República de Costa Rica al sur. Tiene costas en el Océano Pacífico y en el Mar del Caribe. En febrero de 1990 fue elegida como Presidente la Sra. Violeta Chamorro y se dio por finalizado el estado de insurrección después de 10 años de guerra civil.

El "Program for Economic Recovery and Growth: March 1991" (Programa de Crecimiento y Recuperación Económica) publicado después de finalizada la guerra civil y la "Estrategia de Desarrollo de Mediano Plazo: 1992" elaborada a continuación, definen planes de reactivación económica y la necesidad de un mejoramiento y renovación de la infraestructura social, esperando profundizar las relaciones económicas, fundamentalmente con los países vecinos.

Haciendo uso de los recursos financieros proporcionados por organizaciones internacionales y otras instituciones, el Gobierno de Nicaragua está llevando a cabo una serie de obras de mejoramiento en las carreteras principales, las cuales se constituyen como una parte muy importante de la infraestructura social. Sin embargo, se ha podido observar en los proyectos de mejoramiento ejecutados hasta el momento, que en la utilización de dichos fondos y la implementación de las mejoras que conllevan, no se ha incluido el mejoramiento de puentes. En 1993, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) llevó a cabo el Estudio sobre "El Mejoramiento y Rehabilitación de las Carreteras en Nicaragua", recomendando realizar urgentemente el mejoramiento de 200 km de las carreteras en la red vial, incluyendo algunos tramos de la Carretera Panamericana. Así mismo, se recomendó la necesidad de reconstruir urgentemente los 21 puentes existentes en las carreteras principales.

Basado en estos antecedentes, el Gobierno de Nicaragua había solicitado primeramente la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón para la reconstrucción de cuatro puentes existentes en el tramo entre Nejapa e Izapa, concluyéndose el Canje de Notas en julio de 1994. A continuación de dicha solicitud, en noviembre de 1992 y en mayo de 1994, el Gobierno de la República de Nicaragua solicitó al Gobierno del Japón la Cooperación Financiera No Reembolsable para el tendido de tres de los puentes (Las Lajas, Las Maderas y Sébaco) existentes en la Carretera Panamericana, en los cuales existe

actualmente flujo de tráfico muy pesado y existe el peligro que se puedan desplomar en cualquier momento.

1.2 Aspectos Generales de la Solicitud.

1.2.1 Objetivo de la Solicitud.

El 80% del tráfico de personas y carga en la República de Nicaragua se realiza por vía terrestre. La mayor parte de este transporte se realiza por las carreteras en Nicaragua que forman parte de la Carretera Panamericana del Plan de Integración Económica Centroamericana, siendo las arterias que sostienen las actividades socioeconómicas de la República de Nicaragua. El Ministerio de Construcción y Transporte (de aquí en adelante denominado MCT) ha recibido la "Estrategia de Desarrollo de Mediano Plazo: 1992" y, para mantener el tráfico internacional, ha decidido dar prioridad a las carreteras del lado del Océano Pacífico. Las obras referentes corresponden al mejoramiento de las carreteras principales (Carretera Panamericana CA-1 y CA-3).

En Nicaragua, la Carretera Panamericana está formada por un ramal que pasa por el Océano Pacífico, definida como la carretera sur (CA-3) y otra que pasa por la cordillera central, denominada la carretera norte (CA-1). Se ha recibido ayuda bilateral y de los organismos internacionales para obtener el capital necesario para el mejoramiento de la carretera sur, pero estos planes de ayuda no incluyeron el tendido y mejoramiento de los puentes. Los puentes tendidos a lo largo de esta carretera son viejos y tienen un avanzado proceso de deterioro, que se empeora por el tráfico de vehículos pesados, siendo peligrosos para el tráfico. El ancho de la vía tampoco es apropiado, no siendo capaz de satisfacer el tráfico existente y produciendo cuellos de botella.

El Gobierno de Nicaragua ha solicitado al Gobierno del Japón el tendido de los tres puentes que se encuentran en un estado de deterioro más avanzado, teniendo en cuenta el estado de dichos puentes, por lo que la República de Nicaragua ha preparado los siguientes objetivos:

- ① Procurar la seguridad del tráfico
- ② Mejoramiento del transporte terrestre por carretera
- ③ Desarrollo económico y mejoramiento de las condiciones de vida de la población

1.2.2 Organización encargada de la Implementación del Proyecto

El Ministerio de Construcción y Transporte de Nicaragua, así como la Dirección de Vialidad estarán encargados de la implementación del presente proyecto.

1.2.3 Generalidades de la Solicitud.

La Tabla-1 muestra el contenido de la solicitud de reconstrucción de los tres puentes.

Tabla-1 Datos de los Puentes Solicitados

	Puente Las Lajas	Puente Maderas	Puente Sébaco
No. de Carretera Nacional	NIC-2	NIC-1	NIC-1
No. de Carretera Panamericana	CA-1	CA-1 (Carretera Norte)	CA-1 (Carretera Norte)
Ubicación del puente	Ver Figura-1		
Longitud actual del puente	46.5 m	29.4 m	37.1 m
Ancho actual del puente	7.4 m	6.0 m	6.0 m

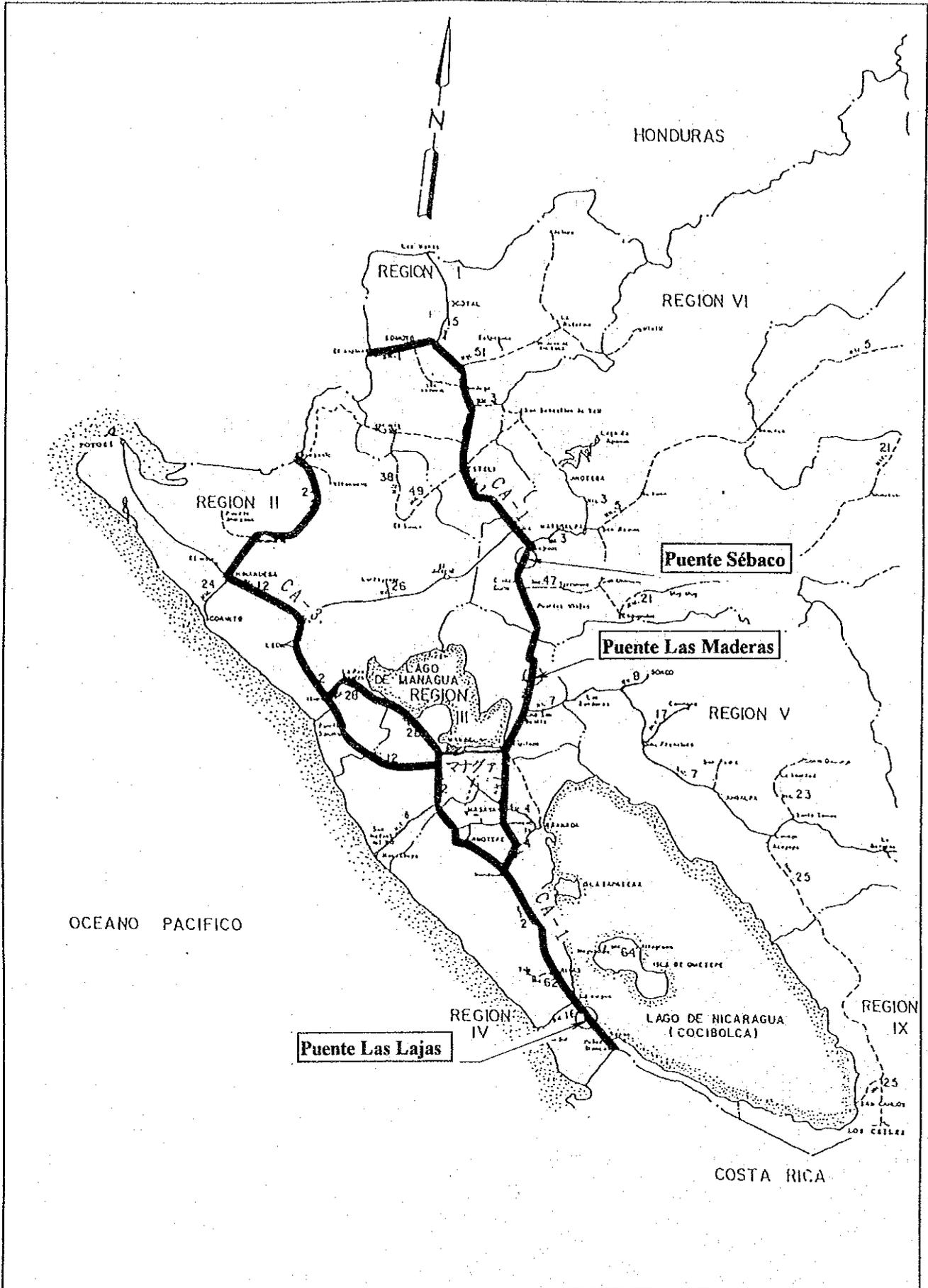


Figura-1 Ubicación de los Puentes del Proyecto

CAPITULO 2
ASPECTOS GENERALES
DEL ESTUDIO

CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

El Gobierno del Japón a recibido la solicitud del Gobierno de la República de Nicaragua y ha decidido proceder al Estudio de Diseño Básico, solicitando a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) que proceda al mismo. JICA envió una Misión encabezada por el Sr. Hideki Abe (Gerente del Departamento de Estudio de Diseño Básico para la Cooperación Financiera No Reembolsable de JICA) y compuesta por ocho (8) miembros, que viajó a la República de Nicaragua entre los días 21 de junio y 20 de julio de 1994. Durante su estadía, la misión realizó varias deliberaciones con representantes del Gobierno de la República de Nicaragua sobre el contenido de la solicitud, realizándose lo siguiente:

- 1) Confirmación del contenido de la solicitud y de los antecedentes de la misma
- 2) Estudio sobre la factibilidad del presente proyecto
- 3) Estudio sobre la relación existente entre este Proyecto y otros existentes a nivel nacional, necesidad y prioridad del mismo
- 4) Estudio de las condiciones existentes de la Red Vial y confirmación de la cooperación de organizaciones extranjeras
- 5) Asignación de la organización encargada del proyecto por parte del Gobierno de Nicaragua
- 6) Estudios de campo
- 7) Estudio de las condiciones de los puentes existentes en la Carretera Panamericana
- 8) Estudio de las condiciones naturales (topografía, geología, hidrología) y levantamiento topográfico del lugar
- 9) Investigación de las condiciones actuales de construcción, materiales y tecnología; colección de datos para la estimación de costos
- 10) Conteo del volumen de tráfico en Sébaco

11) Recopilación de datos de cotización y otros

Después de su regreso a Japón, dicha Misión examinó la factibilidad y necesidad del presente proyecto, basándose en los resultados de las investigaciones realizadas en Nicaragua. Así mismo, preparó el Borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico, después de haber realizado estudios comparativos de alternativas relacionadas con la envergadura, forma, método de ejecución de obras y otros aspectos afines de los puentes reconstruidos.

Durante el período comprendido entre el 26 de septiembre y 9 de octubre de 1994, JICA envió a Nicaragua una segunda Misión para explicar el Borrador de dicho Informe, llegando al consentimiento con el Gobierno de Nicaragua con respecto al contenido básico de dicho Informe.

Los miembros de la Misión, el programa de actividades en Nicaragua, la lista de personas con las que se entrevistó la Misión y el contenido de la Minuta de Discusión se muestran en los Anexos.

CAPITULO 3
ASPECTOS GENERALES DEL
LUGAR DEL PROYECTO

CAPITULO 3 ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR DEL PROYECTO

3.1 Generalidades de la Red Vial

El MCT ha clasificado las rutas según la funcionalidad de las mismas, en cinco tipos: Troncal Principal, Troncal Secundaria, Colectora Principal, Colectora Secundaria y Caminos Vecinales. La red vial tiene una longitud total de 15,287 km (1988) de los cuales existen 1,234 km de Redes Troncal Principal y Secundaria; 6,361 km de Redes Colectora Principal y Secundaria, y 7,693 km de Caminos Vecinales, según se muestra en la Tabla-2. La Figura-2 muestra la Red Vial Troncal Principal y Secundaria.

Tabla-2 Longitud Vial Existente por Región y Clasificación Funcional (1992)

(Unidad : km)

Región	Troncal Principal	Troncal Secundaria	Colectora Principal	Colectora Secundaria	Caminos Vecinales	Total
I	117.6	43.7	138.5	505.0	1,165.1	1,969.9
II	218.8	73.7	126.9	714.4	1,352.7	2,486.5
III	172.2	22.3	72.6	387.8	833.7	1,488.6
IV	207.9	0.0	144.9	603.2	1,540.0	2,496.0
V	0.0	239.6	297.4	1,048.7	922.0	2,507.7
VI	55.6	82.6	463.5	925.0	1,460.1	2,986.8
VII	0.0	0.0	320.1	461.5	342.1	1,123.7
VIII	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX	0.0	0.0	109.4	42.1	76.0	227.5
Total	772.1 (5.1%)	461.9 (3.0%)	1,673.3 (11.0%)	4,687.7 (30.7%)	7,691.7 (50.3%)	15,286.7 (100.0%)

Fuente : Boletín Vial 1989, MCT

En la clasificación por tipo de pavimento, existen 1,641 km (10.9%) de carreteras asfaltadas; 7,670 km (51.1%) de carreteras con revestimiento y grava, y 5,700 km (38.0%) de caminos de tierra. Las Redes Troncal Principal y Secundaria se encuentran todas pavimentadas, como se puede observar en la Tabla-3.

Tabla-3 Longitud de Carreteras Existentes por Región y Tipo de Superficie (1992)

(Unidad : km)

Región	Asfalto	Revestimiento	Grava	Tierra	Total
I	169.6	384.7	697.5	709.5	1,961.3
II	398.2	158.9	938.4	978.1	2,473.6
III	324.3	180.3	234.1	765.2	1,503.9
IV	312.2	118.0	724.7	1,363.7	2,518.6
V	258.6	568.5	648.4	796.4	2,271.9
VI	178.4	602.0	1,276.1	878.2	2,934.7
VII	0.0	686.7	307.0	130.0	1,123.7
VIII	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX	0.0	72.8	71.5	79.2	223.5
Total	1,641.3 (10.9%)	2,771.9 (18.5%)	4,897.7 (32.6%)	5,700.3 (38.0%)	15,011.2 (100.0%)

Fuente : Boletín Vial 1993, MCT

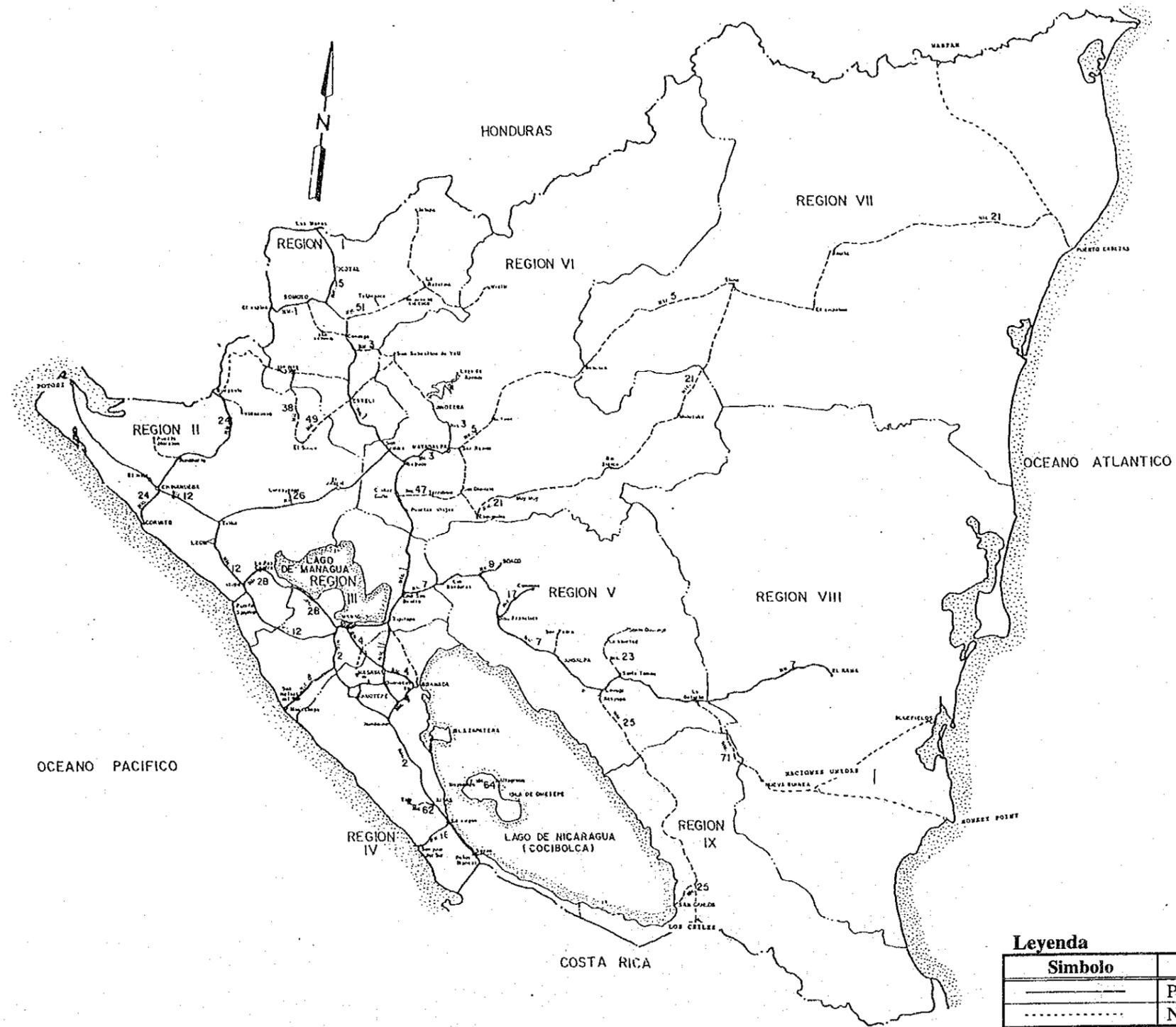


Figura-2 Red Vial Troncal Primaria y Secundaria en Nicaragua

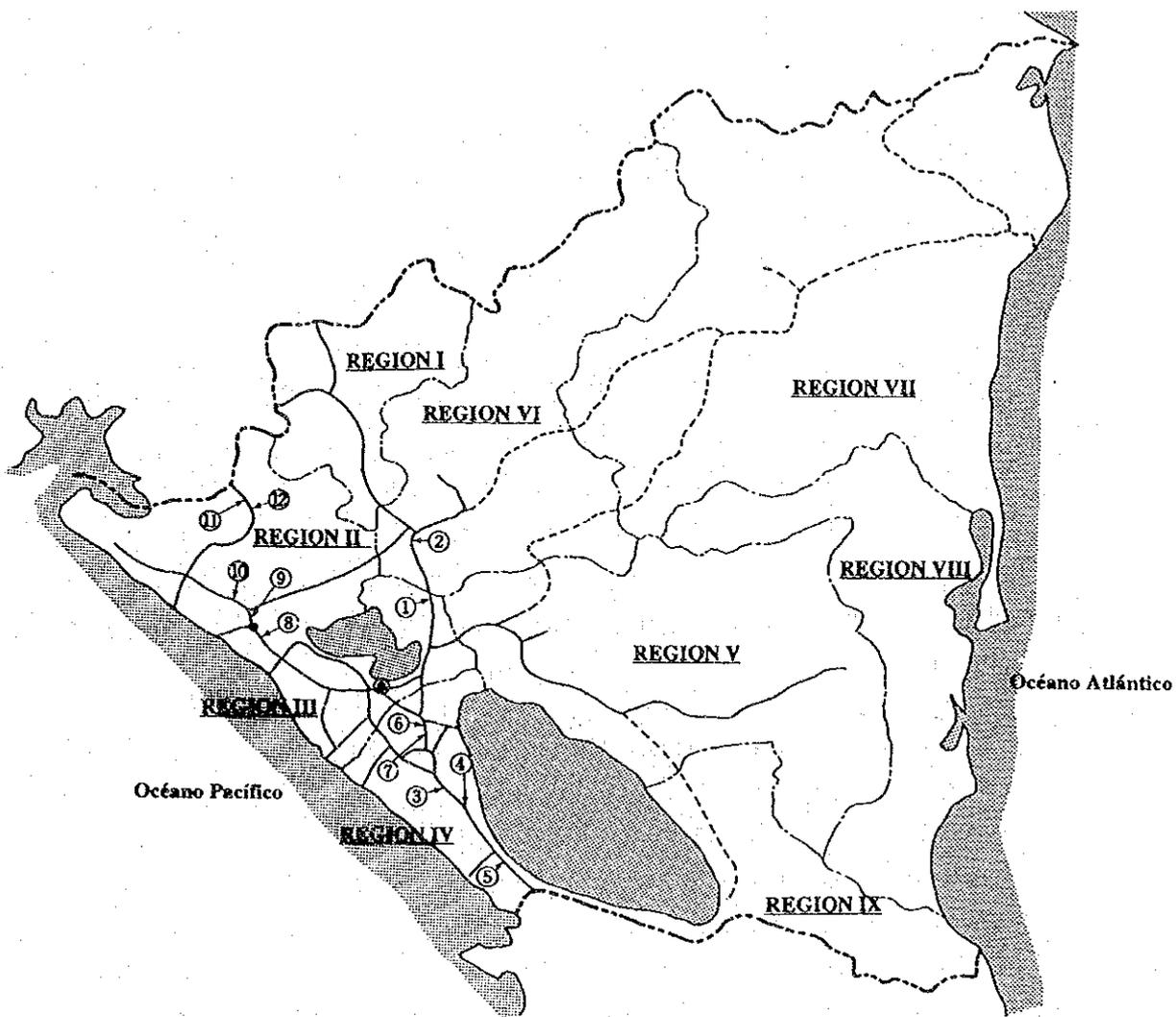
3.2 Estado actual y problemas existentes en las Redes Troncal Principal y Secundaria

La Redes Troncal Principal y Secundaria de la República de Nicaragua se empezaron a construir a partir del año 1940 con la ayuda del Gobierno de los EEUU, lo cual significa que ya han transcurrido más de 40 años desde su construcción y se encuentran sufriendo un proceso de envejecimiento. Por otro lado, la falta de mantenimiento apropiado durante la guerra civil y el súbito incremento del tráfico en los últimos años ha afectado el estado del pavimento. Además de estos problemas, las carreteras son demasiado angostas como para permitir un flujo adecuado del tráfico actual, por lo que uno de los problemas más candentes es la reforma y mejoramiento general de la estructura vial, especialmente de las Redes Troncal Principal y Secundaria.

Resumiendo, los problemas más importantes además de la estructura general de las carreteras, son el ancho actual y la incapacidad de los puentes para resistir la carga del tráfico actual de las mismas.

De acuerdo a los datos de la Dirección General de Vialidad existen 243 puentes en las Redes Troncal Principal y Secundaria, de los cuales 167 puentes ya tienen más de 30 años de servicio. Los 232 puentes de éstos han sido construidos para soportar una carga especificada según diseño HS15 (peso total de 25 ton) de la AASHTO, por lo que actualmente no se encuentran en condiciones de resistir el peso de los camiones de carga actuales. Los puentes diseñados con especificaciones de carga HS20 (peso total de 35 ton) son sólo ocho (8). De esta forma, una de las consideraciones más urgentes es la reconstrucción o reforzamiento de puentes con un ancho mayor de vía y con especificaciones de carga mayores.

El informe del Estudio sobre Mejoramiento y Rehabilitación en Nicaragua contiene una lista de los puentes en las carreteras principales, incluyendo los puentes de Las Lajas, Las Maderas y Sébaco, que están deteriorados, tienen especificaciones de carga insuficientes, son demasiado angostos o es necesario cambiarlos urgentemente debido a que no soportan la intensidad del tráfico actual. De dicho estudio, se concluyó que deben tenderse nuevamente 21 puentes, los cuales se encuentran ubicados en su totalidad en la Carretera Panamericana y cuentan con longitudes mayores de 15 metros, dentro de los cuales existen 12 puentes con carácter urgente. Los resultados obtenidos de dicho estudio se muestran en la Tabla del Anexo y en la Figura-3, dentro de la cual se incluyen los tres puentes mencionados anteriormente. (Los tramos de la parte más norte de Sébaco de la Carretera CA-1 y de la parte más este del puente "La Tonga" de la Carretera NIC-7 no están incluidos en dicho estudio.)



No.	No. de CA	No. de NIC	Puente	Tipo de Estructura	Longitud (m)	Ancho (m)	Nota
1	CA-1	NIC-1	Las Maderas	Armadura	29.4	6.0	Puente Solicitado
2	CA-1	NIC-1	Sébaco	Arco atirantado	37.2	6.0	Puente Solicitado
3	CA-1	NIC-2	Ochomogo	Armadura	54.0	7.4	
4	CA-1	NIC-2	Gil Gonzales	3 CRT variable	36.2	7.4	
5	CA-1	NIC-2	Las Lajas	Armadura	47.0	7.4	Puente Solicitado
6	CA-1	NIC-4	Mayaris	Viga H simple de acero	20.4	7.4	
7	CA-1	NIC-4	El Arroyo	CPI	24.3	7.0	
8	CA-3	NIC-12	Río Leona	2 vigas simples de CR	18.5	7.4	
9	CA-3	NIC-12	Telica	2 vigas simples de CR	25.5	8.9	
10	CA-3	NIC-12	Las Lanos	3 losas CR	29.5	7.4	
11	CA-3	NIC-24	Río Negro 1	4 vigas CRT	64.6	7.4	
12	CA-3	NIC-24	Río Negro 2	3 vigas CRT	60.0	7.4	

Nota : CRT - Concreto reforzado con sección T
 CPT - Viga T de concreto presforzado
 CPI - Viga I de concreto presforzado

Figura-3 Puentes sobre las Carreteras Panamericanas que necesitan Mejoramiento y Reconstrucción Urgente

3.3 Proyectos Financiados por Otros Países y Organismos Internacionales

Si se analiza la tendencia de los préstamos destinados a la infraestructura vial de la República de Nicaragua, ofrecidos por los organismos internacionales y países donantes, se tiene planificado realizar los proyectos mencionados en la Tabla-4. El Puente Las Lajas, que es objeto del presente estudio, se encuentra dentro de la rehabilitación de la carretera Nandaime-Peñas Blancas, que es objeto de un Estudio de Factibilidad por parte del Organismo para el Desarrollo Internacional de Dinamarca (DANIDA). Actualmente DANIDA se encuentra en la etapa de selección de empresas administradoras de las obras y por lo que se considera que el mejoramiento de este puente se realizará en el momento ideal.

Tabla-4 Proyecto de Carreteras y Puentes Clasificados por Países y Organismos Internacionales que ofrecen Asistencia

Proyecto (Tramo)	Longitud	Contenido	Donante	Tipo del Fondo	Etapa	Observaciones
Guasaule-Chinandega	75km	Mejoramiento del pavimento	BCIE	Préstamo	D/D	Tramitando la solicitud de asistencia de fondos
Izapa-León-Chinandega	66km	Mejoramiento del pavimento	BCIE	Préstamo	D/D	Tramitando la solicitud de asistencia de fondos
Nejapa-Las Conchitas-Nandaime	56km	Mejoramiento del pavimento	BCIE	Préstamo	E/F, D/D	Seleccionando consultoras
Masaya-Granada	17km	Mejoramiento del pavimento	BCIE	Préstamo	E/F, D/D	Seleccionando consultoras
Nejapa-Izapa	57km	Mejoramiento de la carretera	BCIE	Préstamo	C	Bajo construcción
Nejapa-Izapa		Reconstrucción de 4 puentes	Japón	Donación	D/D, C	Finalización del trabajo de diseño
Nandaime-Peñas Blancas	82km	Mejoramiento de la carretera	DANIDA	Donación	C	Seleccionando consultoras para la supervisión
Managua-Masaya	26km	Mejoramiento del pavimento	BCIE	Préstamo	C	Bajo solicitud del fondo para construcción de la primera fase (15 km)
San Benito-El Rama	260km	Recapamiento de concreto asfáltico	DANIDA	Donación	C	Ya se seleccionó el contratista
Muy Muy-Puerto Cabezas	245km	Reconstrucción carretera de grava	DANIDA	Donación	C	Seleccionando contratista
Puerto Cabezas-Waspam	135km	Reconstrucción carretera de grava	DANIDA	Donación	C	Seleccionando contratista
REMECAR	900km	Construcción de carretera de grava	NORDICO, BID	Donación, Préstamo	D/D, C	Finalización del trabajo de diseño para la primera fase (245 km)
Puente de Guasaule		Construcción de puente nuevo	CEE	Donación	C	Finalización

Nota : E/F - Estudio de Factibilidad

D/D - Diseño Detallado

C - Construcción

3.4 Condiciones del Lugar del Proyecto

3.4.1 Condiciones Naturales

(1) Temperatura, humedad, precipitación pluvial

La Tabla-5 muestra las temperaturas promedio, precipitación pluvial y humedad en las cercanías de los puentes Las Lajas, Las Maderas y Sébaco.

Tabla-5 Clima, Temperatura Ambiente y Humedad en los Lugares donde se van a construir los Puentes

Mes	Las Lajas			Las Maderas y Sébaco		
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	P.Pluvial (mm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	P.Pluvial (mm)
1	26.4	77	4.1	24.2	68	0.3
2	27.0	74	0.0	24.8	70	5.7
3	27.7	71	0.0	25.4	63	0.0
4	28.6	71	0.0	27.4	61	0.0
5	28.6	74	45.8	26.7	68	73.0
6	28.0	83	275.1	25.8	80	130.9
7	26.2	87	175.3	25.0	79	70.3
8	26.4	87	146.5	25.5	74	43.5
9	26.1	86	316.1	25.0	80	188.0
10	26.8	86	124.3	24.9	80	57.6
11	26.6	86	31.2	24.9	78	29.7
12	26.1	84	24.5	24.9	73	8.1
Media	27.0	81	95.2	25.4	73	50.6

Fuente: Anuario Meteorológico 1992

(2) Sismología

Después del famoso sismo de Managua en 1972, Nicaragua es un país conocido como uno de los lugares más expuestos a los terremotos. Esto se debe a que Nicaragua está muy cerca de la placa tectónica del Océano Pacífico, por lo que los desastres más importantes han ocurrido en la costa del Océano Pacífico. Debido a que está muy expuesta a los sismos, existen datos organizados sobre la ocurrencia, frecuencia e intensidad de los mismos, desde 1520 hasta 1972. Con respecto al período comprendido entre 1975 y 1982 se pueden utilizar los datos sísmicos de INETER.

Las normas de diseño de carga sísmica para terremotos horizontales (C) utilizadas son las del código de construcción de la República de Nicaragua, "Reglamento Nacional de Construcción" (1983). Los valores del factor de carga sísmica (C) se muestran en el Anexo.

(3) Geología

a) Puente Las Lajas

La estructura geológica corresponde a la de la placa de la costa del Océano Pacífico. En las fallas que corren paralelas a 1.5 - 2.0 km de la Carretera Panamericana, el lado noreste está hundido con respecto al bloque suroeste y no es posible ver directamente la base. La superficie pertenece al cuaternario inferior aplastado por cantos rodados.

b) Puente Las Maderas

Desde el punto de vista de la estructura geológica, ésta corresponde al borde sudoeste de la meseta continental. En las cercanías hay una tuba acuágena compuesta, lava silíceo y una brecha de tuba acuágena volcánica del grupo Coyol superior que pertenece al Mioceno superior o Plioceno en términos de edad geológica. A lo largo del río hay una distribución de grava aterrazada, pero en los lugares donde la montaña está cerca, la distribución es muy angosta.

c) Puente Sébaco

Desde el punto de vista de la estructura geológica, ésta corresponde al borde oeste de la meseta continental, al igual que el Puente Las Maderas. El subsuelo pertenece a la capa volcánica del Mioceno superior; la capa más profunda pertenece al grupo Matagalpa, la capa intermedia pertenece al grupo Coyol inferior y la capa superior corresponde al Coyol superior. En las cercanías de Sébaco existe la desembocadura del río, pudiéndose observar en la superficie de 20 m de espesor, grava, arena y canto.

3.4.2 Volumen del Tráfico en la Región del Proyecto

Para los datos de volumen del tráfico en las carreteras principales de la República de Nicaragua hemos utilizado los datos del "Estudio del Plan de Mantenimiento de la red de Carreteras de Nicaragua" iniciado en 1993 para un proyecto de JICA. Se han estimado los valores que aparecen en la Figura-4. Sin embargo, debido a que esta investigación contiene los datos del año 1993, hemos realizado una estimación de los datos de 1994 a partir de una progresión lineal entre los datos de 1993 y el volumen de datos estimado para el año 2000. Debido a que el Estudio no analizaba el volumen del tráfico en las cercanías del puente Sébaco, esta misión ha realizado un estudio por observaciones visuales del tráfico sobre el puente Sébaco. El resultado de este estudio aparece en la

Tabla-6, y como se puede observar, el tráfico entre las 8 a.m. y las 8 a.m. fue de 2,096 vehículos.

Tabla-6 Resultados de las Observaciones sobre el Volumen del Tráfico (Cerca del Puente Sébaco)

(Unidad : vehículos)

	Vehículos Pasajeros	Microbus	Bus	Pick-up	Camión	Remolque	Total
07:00-08:00	50	9	10	97	31	7	204
08:00-09:00	41	5	9	87	30	2	171
09:00-10:00	40	4	9	93	40	4	196
10:00-11:00	52	3	10	82	25	4	176
11:00-12:00	52	5	11	103	27	6	204
12:00-13:00	41	6	8	83	36	5	179
13:00-14:00	39	5	11	64	50	7	176
14:00-15:00	33	10	9	98	48	18	216
15:00-16:00	36	0	12	87	31	10	176
16:00-17:00	40	6	10	103	44	6	209
17:00-18:00	39	4	12	74	48	18	189
Total	469	57	111	968	410	81	2,096

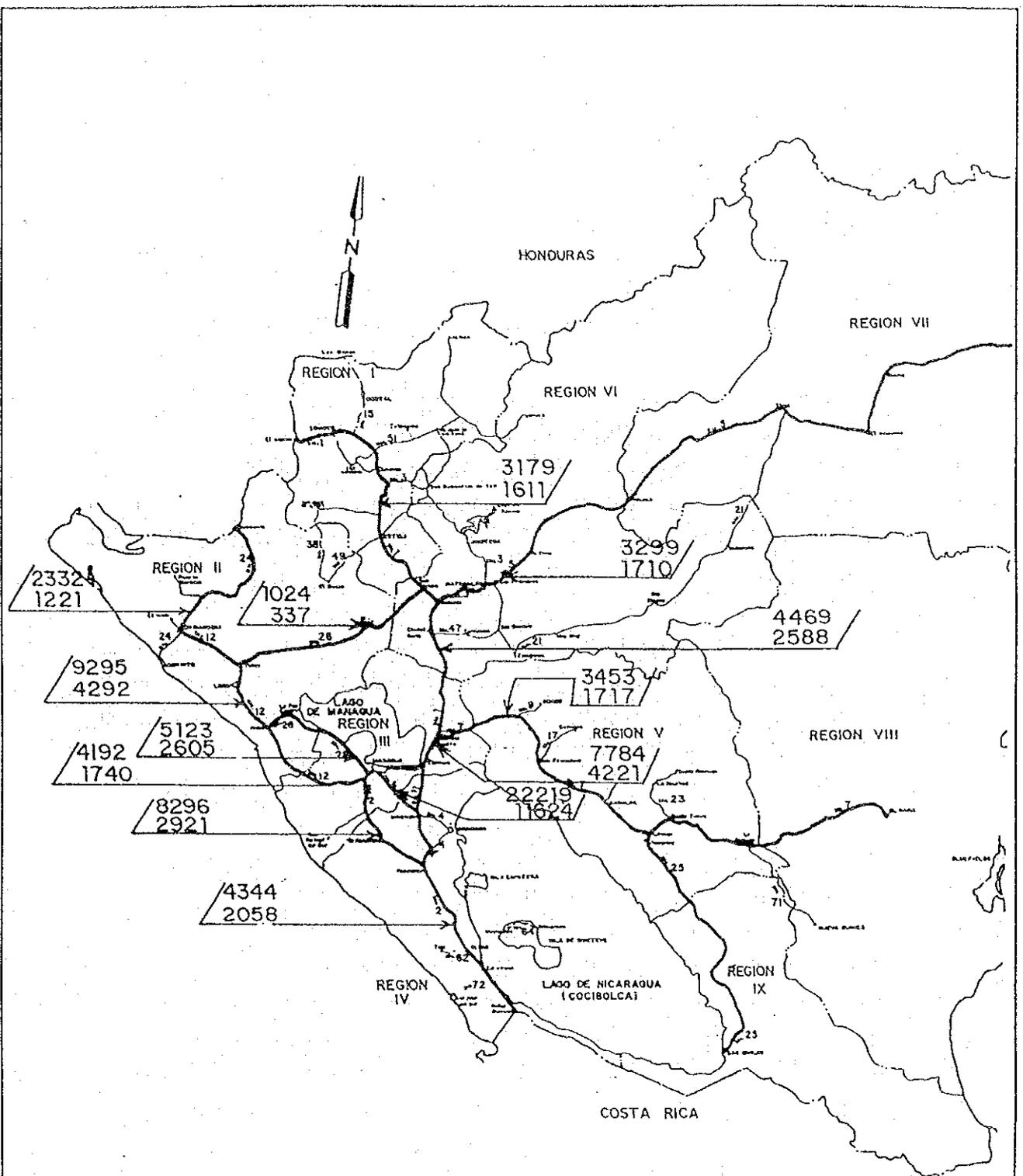
El análisis del volumen del tráfico se realizó utilizando el mismo procedimiento que para el estudio de JICA mencionado anteriormente, con un análisis cíclico diario, semanal y por estaciones. Se hizo una estimación diaria a partir del promedio de todos estos valores. El volumen promedio diario del tráfico en el puente Sébaco fue de 2,756 vehículos. El volumen del tráfico y el porcentaje de vehículos pesados dentro del total fueron los siguientes.

El porcentaje de vehículos pesados que cruza el puente Sébaco es menor que en los demás puentes; esto se debe a que el puente Sébaco se encuentra cerca del centro de la Ciudad de Sébaco y casi todo el tráfico vehicular se compone de automóviles (ver Tabla-7).

Tabla-7 Volumen del Tráfico en los Puentes Objeto del Proyecto

(Unidad : vehículos/dfa)

Puente	1994	2000	2010
Puente Las Lajas	776	893	1,262
(porcentaje de vehículos pesados)	(44.9%)	(42.6%)	(40.3%)
Puente Las Maderas	2,655	3,096	4,469
(porcentaje de vehículos pesados)	(42.4%)	(40.8%)	(41.0%)
Puente Sébaco	2,756	3,347	4,871
(porcentaje de vehículos pesados)	(33.5%)	(32.5%)	(32.4%)



Leyenda

- La cifra superior corresponde al año 2010
- La cifra inferior corresponde al año 1993

Figura-4 Volumen de Tráfico

3.4.3 Estado Actual de los Puentes del Proyecto

(1) Puente Las Lajas

El puente Las Lajas está ubicado a 800 m río arriba de la desembocadura del Lago Nicaragua y tiene una longitud de 46.5 m, un ancho de 7.4 m, siendo un puente colgante de vigas de celosía simple de acero. La base del puente es del tipo apoyo directo.

Este puente ha sido pavimentado recientemente por lo que actualmente no existen problemas de corrosión; sin embargo, en julio de 1991 hubo un accidente en el contraventeamiento del portal que deformó la barra vertical, por lo que para elevar el límite sobre la altura de la carretera se eliminó parte del mismo. Debido a que hay muchos terremotos, la reducción del contraventeamiento del portal reduce la resistencia a los movimientos laterales y esto no es muy deseable.

El puente de vigas de celosía es relativamente corto, pero el paso de camiones pesados hace que se puedan apreciar visualmente las vibraciones. En los arriostramientos laterales superior e inferior la vibración es todavía mayor. Así mismo, la losa que está empujada con las vigas laterales ya ha fallado (placas sencillas apoyadas sobre vigas laterales); las placas por donde pasan los vehículos se han soltado y se mueven irregularmente. La causa de estas vibraciones se debe a que las barras que componen las vigas de celosía son delgadas, la resistencia del puente es baja, la unión entre las losas y las vigas laterales no es muy fuerte, por lo que no contribuye a la resistencia del puente y la carga que era aceptable al momento de la construcción del puente ya no es suficiente en la actualidad, circulando vehículos más grandes y pesados. A causa de estas vibraciones repetidas, los remaches y pernos se van desgastando y las barras principales se van debilitando, produciéndose grietas y resquebrajaduras en lugares inesperados. No existen grandes averías en la subestructura; sin embargo, incluso con impactos de poca magnitud, se desploman pedazos del concreto, por lo que avanza su exposición a la intemperie.

(2) Puente Las Maderas

El río Las Maderas pasa por el centro del pueblo Las Maderas y está tendido sobre dicho río, contando con una longitud de 29.4 m y un ancho de 6.0 m, siendo un puente de vigas de celosía de armadura rebajada. La subestructura tiene una base en forma de T invertida sobre apoyo directo. Durante la estación lluviosa se dan arrastres de tierra, piedras y troncos.

Las condiciones actuales del puente no presentan grandes daños en las barras de las vigas de celosía, pero existe, así como cerca de los soportes, erosión. Hay un agujero de aproximadamente 50 cm en la losa apoyada en la viga lateral central y la armazón de hierro está cortada por la corrosión. La parte inferior de la losa presenta grietas en forma de caparazón en toda su superficie y en algunas partes se ha desplomado el concreto apareciendo la armazón de hierro. La subestructura no presenta averías especiales pero ha sufrido por el impacto de las rocas arrastradas por el río. La pared protectora de la ribera ha sufrido también los impactos de las rocas y hay partes salientes que se han desplomado. En el lado río abajo de la base, la corriente ha provocado el desplome del muro de piedra.

(3) Puente Sébaco

Este puente está ubicado sobre el río Grande que cruza la punta sur de la Ciudad de Sébaco, siendo uno de los símbolos de la ciudad. Tiene una longitud de 37.2 m y un ancho de 6.1 con forma de arco atirantado. La subestructura tiene una base en forma de T invertida sobre apoyo directo y es el más viejo de los 3 puentes objeto del proyecto.

Las condiciones actuales del puente no presentan grandes averías en los arcos ni en las barras verticales; sin embargo, al igual que el puente Las Lajas, se dan muchas vibraciones. La losa se mueve como olas cada vez que pasa un camión. La parte inferior de la losa presenta grietas en forma de caparazón en toda su superficie. Así mismo, a todo lo largo del puente existe una grieta paralela que divide el mismo en dos, lo que puede ser muy peligroso. El concreto de la subestructura en la pared anterior y lateral se ha caído y se puede observar la armazón de hierro. Se supone que la causa de las vibraciones es la misma que para Las Lajas; sin embargo, el proceso de exposición a la intemperie está más avanzado.

En las cercanías de los 3 puentes hay postes de teléfono y electricidad, y en caso de presentar problemas durante la construcción será necesario, su remoción y traslado. En el caso de los puentes Las Maderas y Sébaco, existen también tubería de agua que será necesario trasladar provisionalmente. No existen problemas de remoción de casas particulares ni estructuras grandes.

CAPITULO 4
CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPITULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO

4.1 Conceptos Generales del Proyecto

4.1.1 Resultado del Estudio del Contenido de la Solicitud

De las carreteras construidas en la República de Nicaragua entre los años 1930 - 1940, se considera que las siguientes dos son carreteras internacionales que forman parte de la Carretera Panamericana:

- ① Guasaule - Chinandega - León - Izapa - Nejapa - Nandaime - (Carretera sur) - Sapoá
- ② El Espino - Estelí - Sébaco - Tipitapa - Masaya - Nandaime - (Carretera norte) - Sapoá

Ambas carreteras se bifurcan al norte en Choluteca (República de Honduras) y entran en la República de Nicaragua, volviendo a unirse en Nandaime. De allí en adelante forman una sola carretera que entra en la República de Costa Rica, pasando por Sapoá en la frontera.

Ya han transcurrido muchos años desde la construcción de estas carreteras; así mismo, debido a que no se les dio buen mantenimiento durante la guerra civil que azotó el país y a que en la época en que se construyeron no se esperaba que el tráfico se multiplicara tanto, se ha considerado necesario mejorar totalmente la estructura de la carretera.

Esta Carretera Panamericana influye enormemente en las actividades económicas y sociales, así como en las relaciones internacionales con los países vecinos, siendo importante para la reconstrucción de posguerra y para la activación de la economía, por lo que su rehabilitación es urgente y está considerada como de primera prioridad. De las dos carreteras mencionadas anteriormente, la carretera norte pasa por una zona montañosa que es políticamente inestable, por lo que el Gobierno ha decidido dar prioridad a la carretera sur, para posteriormente pasar a la rehabilitación de la carretera norte.

La situación actual de los trabajos de mantenimiento de la Carretera Panamericana ya ha sido descrita en el Capítulo 3, siendo muy difícil de implementarse con los recursos con los que cuenta el país actualmente, siendo necesaria la ayuda internacional o la cooperación financiera de países del exterior para iniciar los trabajos de construcción. Sin embargo, incluso después de asegurar los fondos necesarios para los trabajos de mejoramiento de la carretera, ya existen antecedentes de que la mayoría de éstos no incluyen los fondos para la rehabilitación de los puentes.

El presente estudio básico tiene por objeto los Puentes Las Lajas, Las Maderas y el Puente Sébaco. Los tres puentes están tendidos a lo largo de la Carretera Panamericana, y a continuación se describe su ubicación.

Tabla-8 Perfil General de los Puentes Objeto del Proyecto

Item	Puente Las Lajas	Puente Las Maderas	Puente Sébaco
Nombre de la carretera en Nicaragua	NIC-2	NIC-1	NIC-1
Nombre de la Carretera Panamericana	CA-1	CA-1 (Norte)	CA-1 (Norte)
Tramo	Nandaime - Sapoá	San Benito - Sébaco	San Benito - Sébaco
Fondos para la rehabilitación de la carretera	DANIDA	No decidido	No decidido

El tramo Nandaime-Sapoá donde está tendido el puente Las Lajas, está localizado en el tramo después de la unión de las carreteras norte y sur y en dirección hacia Costa Rica en el sur. Si se consideran las funciones y efectos económicos de la Carretera Panamericana, y si se tiene en cuenta el estado actual del puente, se verá claramente la necesidad y urgencia de reconstruirlo.

Sin embargo, a pesar de que DANIDA provee los fondos necesarios para la rehabilitación de la carretera de este tramo, tal como se ha indicado previamente, no incluye la reconstrucción del puente. Es por esta razón que se solicitó la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón para la reconstrucción del puente. Desde este punto de vista, la reconstrucción del puente combinada con la rehabilitación de la carretera con los fondos de DANIDA, conlleva al refuerzo de los efectos positivos de ambos proyectos, por lo que se considera que el proyecto está dentro de los lineamientos de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

Los puentes de Las Maderas y Sébaco están localizados en el tramo San Benito-Sébaco y, actualmente no existe una definición concreta del Proyecto de rehabilitación de la carretera, que además de servir como vía de tránsito del transporte internacional también une los principales centros productores de alimentos consumidos internamente, como son Estelí, Matagalpa y Jinotega, con los mayores centros consumidores de Managua y Masaya. Si se suman el tráfico internacional y el tráfico regional, es el tramo con mayor volumen de tráfico en todo el país.

Bajo estas circunstancias, los puentes Las Maderas y Sébaco están muy deteriorados y al no existir una vía alternativa de tránsito, será imprescindible volver a tender estos puentes, razón por la que se considera que los proyectos están dentro de los lineamientos de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

4.1.2 Criterios de la Cooperación Financiera

En el curso del Estudio de Diseño Básico, se confirmaron que los efectos, importancia, viabilidad y capacidad técnica del país receptor para la realización del Proyecto son positivos, y se encuentra en conformidad con el criterio y sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.

De dichos resultados, recomendándose la implementación utilizando el mismo sistema, y presuponiendo que se obtendrá la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, se han analizado los siguientes aspectos generales del proyecto y se ha decidido proceder a la etapa de Diseño Básico.

4.2 Objetivos del Proyecto

La NIC-1 y NIC-2 forman parte de la Red Vial Interamericana (Carretera Panamericana), pertenecen al Proyecto de Integración Económica Centroamericana y contribuyen profundamente a las actividades económicas y sociales con los países vecinos, constituyendo un elemento vital para la activación económica del país y cumpliendo un papel destacado en la vida del país.

Los 20 puentes de más de 15 m de largo en la NIC-1 y NIC-2, los cuales, en su mayoría, fueron construidos hace ya más de 30 años, tienen un ancho entre 6.0 y 7.4 m, lo que se considera demasiado estrecho, y fueron diseñados según las especificaciones de carga de diseño HS15-44, que son consideradas actualmente muy bajas, impidiendo el tráfico regular de camiones grandes. Los puentes objeto de este proyecto ya tienen entre 45 y 57 años de haber sido construidos, y estos tres se encuentran con un proceso de deterioro más avanzado, existiendo la posibilidad de que se caiga el puente en cualquier momento.

El presente proyecto seleccionó los puentes con un estado avanzado de envejecimiento, donde el tráfico es más intenso y las especificaciones de carga del puente no pueden soportar dicha carga sin correr un riesgo muy grande, limitando en la actualidad el flujo adecuado de tráfico debido al ancho estrecho de la vía actual, por lo que también se producen cuellos de botella. Los tres puentes objeto de este proyecto tienen estas características y su reconstrucción hará que el tráfico pueda pasar a condiciones más seguras y mantener su funcionalidad como parte de la Carretera Panamericana. Una vez terminada la guerra civil, se espera que este proyecto ayude a la unificación del territorio, a la activación de la economía y a la mejora del nivel de vida de la población.

4.3 Organización de la Puesta en Implementación del Plan

El planeamiento, preparación de proyectos, diseño, construcción y mantenimiento de caminos y puentes corresponde a la Dirección General de Vialidad (DGV) del Ministerio de Construcción y Transporte (MCT). El organismo encargado de la implementación de este proyecto será esta misma Dirección General de Vialidad.

(1) Organización del MCT

El organismo de la República de Nicaragua que se encarga de las obras de construcción y transporte público es el MCT. El actual Ministerio ha cambiado su estructura administrativa anterior desde que el Gobierno actual inició una Reforma Administrativa profunda. En la actualidad, bajo la dirección del Ministro existen tres Divisiones Generales: Administrativa Financiera, Recursos Humanos, y Economía y Planificación; así mismo, debajo de éstas están las Direcciones Generales de Transporte Terrestre, de Aeronáutica Civil, de Transporte Acuático, de Vialidad, y de Vivienda y Edificios Públicos. Además, bajo el control del MCT existen varias corporaciones del estado y centros de investigación, tales como:

- Taller Central (T. CENT)
- Corporación de Empresas Regionales de Construcción (CERC)
- Empresa de Materias Primas Industriales (EMPI)
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
- Ingeniería de Materiales y Suelos (IMS)

La Figura-5 muestra el organigrama del MCT.

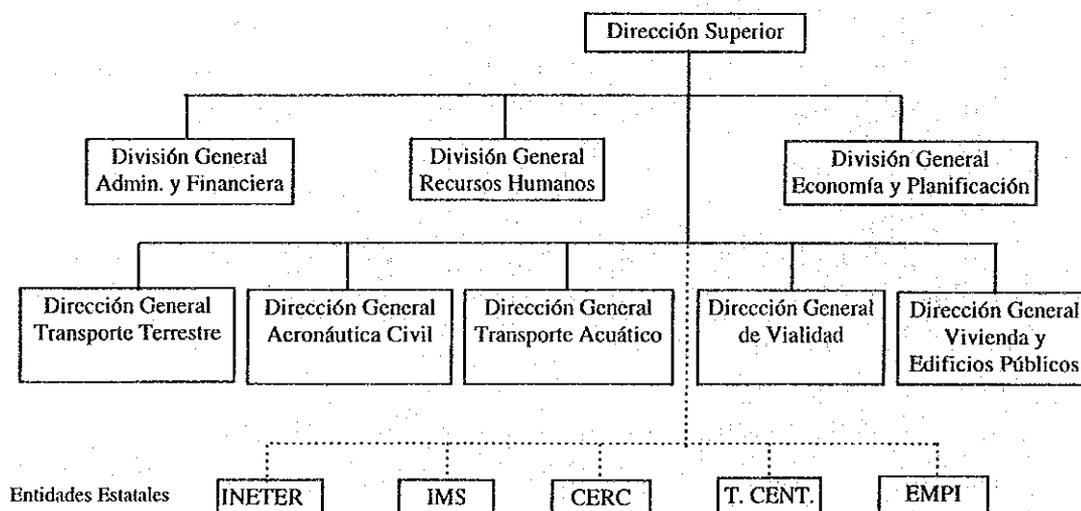


Figura-5 Organigrama del Ministerio de Construcción y Transporte.

La CERC tiene centros independientes regionales para la obras de carreteras y en lo que respecta a este campo de actividades, es la responsable de la mayoría de obras pequeñas de construcción y mantenimiento de carreteras en la República de Nicaragua. La presente Reforma Administrativa prevee privatizar la CERC para el año 2000. La reglamentación de la Dirección General de Vialidad limita sus actividades a las siguientes áreas:

- Obras de mantenimiento de carreteras
- Obras de construcción inferiores a 200,000 córdobas
- Cuando no hay interesados en el sector privado en lo que a construcción se refiere
- Obras urgentes

(2) Organización de la Dirección General de Vialidad

Esta Dirección está subdividida en la Dirección de Ingeniería, Dirección de Construcción de Carreteras y en la Dirección de Mantenimiento. La Dirección de Ingeniería se compone a su vez del Departamento de Estudios de Inversiones Preliminares, Departamento de Diseño Vial y Departamento de Normas y Costos. El planeamiento vial se realiza en otra dirección diferente, que es la Dirección General de Economía y Planificación. De la construcción de carreteras se encarga la CERC, bajo el control de la Dirección de Construcción de Carreteras, así como las constructoras privadas. Del mantenimiento de carreteras se encarga la CERC y sus centros regionales, bajo la administración de la Dirección de Mantenimiento. El organigrama de la Dirección General de Vialidad se muestra en la Figura-6.

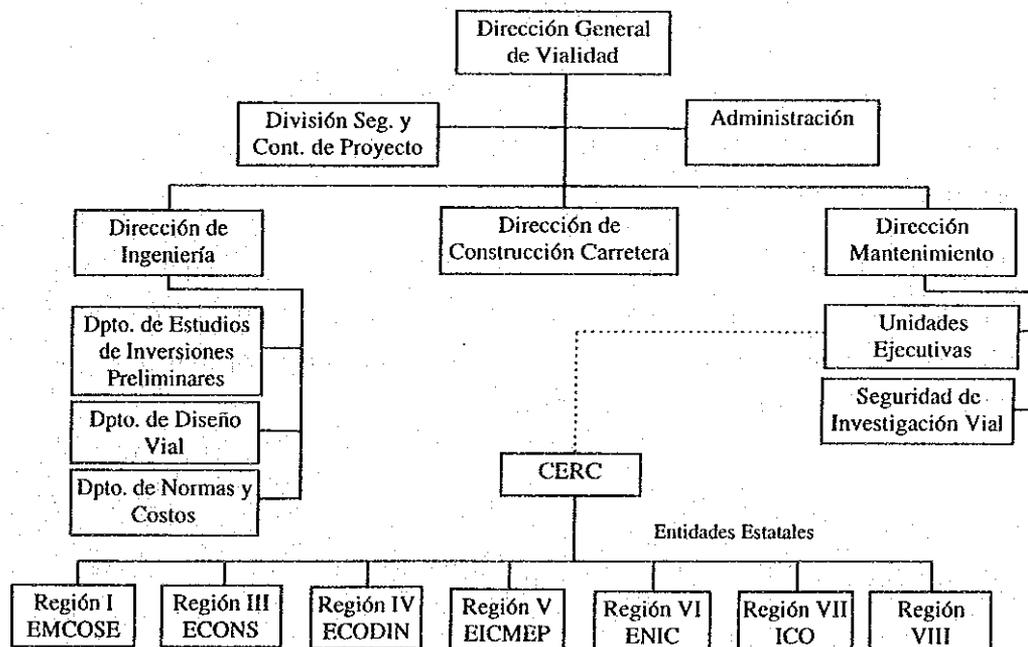


Figura-6 Organigrama de la Dirección General de Vialidad

Debido a que siempre se contratan las obras de mantenimiento de las carreteras de la Región II con firmas privadas, no existe un centro regional de subsidio para dicha región.

(3) Personal de la Dirección General de Vialidad

El personal de la Dirección General de Vialidad y de la CERC se muestra a continuación.

Tabla-9 Personal de la Dirección General de Vialidad
(Unidad : personas)

Cargo	DGV	CERC	Total
Gerencia	19	39	58
Especialistas	47	16	63
Ingenieros	49	7	56
Administración	16	21	37
Obreros	60	80	140
Total	191	163	354

(4) Presupuesto y gastos

En los últimos tres años, el presupuesto y los egresos de la Dirección General de Vialidad fueron los siguientes (no se incluye el salario del personal de la DGV).

Tabla-10 Presupuesto y Gastos de la Dirección General de Vialidad del MCT
(Unidad : 1,000 córdobas)

Año	Presupuesto	Gastos
1991	195,729	161,623
1992	163,325	148,620
1993	161,218	108,149

Al principio del año fiscal se fija el monto del presupuesto, el cual no se encuentra distribuido. Por lo consiguiente, los gastos reales, en la mayoría de casos, no equivalen al monto del presupuesto.

En el año fiscal 1992, del monto del egreso total de 148,620,000 córdobas, el costo de mantenimiento y reparación de carreteras de la Dirección General de Vialidad fue de 93,000,000 córdobas; así mismo, 17,000,000 córdobas se utilizaron para la reparación y reconstrucción de puentes de pequeña escala.

(5) Plan de Mantenimiento y Administración

a) Organización

Después de la reconstrucción, ECONS en la Región III estará a cargo del mantenimiento del Puente Las Lajas, EMCOSE en la Región I estará a cargo del mantenimiento del Puente Maderas y ENIC en la Región VI, a cargo del Puente Sébaco (referirse al organigrama de la Figura-6).

b) Mantenimiento

El mantenimiento se llevará a cabo con chequeos periódicos y reparaciones. El chequeo normal de mantenimiento incluye trabajos fáciles de mantenimiento con el fin de encontrar y reparar daños lo más pronto posible, tales como chequeos visuales y limpieza periódica de tuberías de drenaje y alrededor de apoyos. La reparación está destinada a rehabilitar y reparar lo más pronto los daños pequeños y extraordinarios, mantener la funcionalidad del equipo y prevenir daños secundarios.

Aunque se tiene en cuenta disminuir en la medida de lo posible los trabajos de mantenimiento, existen trabajos de mantenimiento inevitables, especialmente para el caso de los puentes, siendo algunos de éstos:

- Limpieza de apoyos y tuberías de drenaje (chequeo periódico)
- Reparación del pavimento de puentes (en caso de sufrir daños)
- Reparación de juntas de dilatación (a intervalos aproximados de 10 años)
- Reparación de la protección de ribera (en caso de sufrir daños por flujo extraordinario de agua, etc.)
- Pintura del puente (a intervalos aproximados de 5~10 años)

El costo de mantenimiento y reparación después de la construcción de los 3 puentes en este proyecto se estima en unos 2,270,000 córdobas para los próximos 10 años, es decir, 227,000 córdobas por año, como se muestra en la Tabla-11.

Tabla-11 Costo del Mantenimiento y Rehabilitación (Período de 10 años)

(Unidad : Córdobas)

Item	Puente Las Lajas	Puente Las Maderas y Sébaco	Total
Limpieza de apoyos y tuberías de drenaje	3,400	6,800	10,200
Rehabilitación del pavimento del puente	70,000	140,000	210,000
Mantenimiento de juntas de dilatación	63,000	200,000	263,000
Rehabilitación de protección ribera	0	300,000	300,000
Pintura del puente	1,490,000	0	1,626,000
Total	1,626,400	646,800	2,272,200

En el año fiscal 1992, dentro del monto del costo de mantenimiento de carreteras, se utilizaron 17,000,000 córdobas para el mejoramiento de puentes. De los 227,000 córdobas anuales mencionados anteriormente, éstos corresponden únicamente al 1.3% de los 17,000,000 córdobas.

Por lo tanto, se considera que el presupuesto del mantenimiento y reparación para los tres puentes de este proyecto se podrá asegurar en su totalidad.

CAPITULO 5
DISEÑO BASICO

CAPITULO 5 DISEÑO BASICO

5.1 Criterios y Lineamientos del Diseño

El diseño básico del presente proyecto deberá tener en cuenta las condiciones naturales del lugar de ubicación del puente, dimensiones del puente, nivel técnico de la construcción en la República de Nicaragua, materiales que se pueden adquirir localmente, posibilidades de mantenimiento futuro de los puentes una vez construidos, así como deberán tenerse en cuenta los siguientes criterios o lineamientos:

- ① Los puentes Las Lajas y Sébaco están ubicados sobre ríos en terrenos montañosos y en la estación lluviosa se dan grandes crecientes y arrastres de lodo y cantos. El Puente Las Lajas está ubicado cerca de un lago y el nivel de agua tiene una profundidad normal de 3.5 m, la cual en la estación lluviosa puede subir unos 2.0 m más. El tipo y método de la construcción del mismo deberá tener en cuenta estas condiciones del río y del clima.
- ② Nicaragua es uno de los países centroamericanos más expuestos a terremotos, por lo que deberá tenerse en cuenta este hecho en el diseño (diseño antisísmico).
- ③ Debido a que la mayoría de los materiales de construcción tales como cemento, arena, grava, barras de hierro, se pueden adquirir en Nicaragua, se ha decidido utilizar en la mayor medida posible una estructura básica de concreto reforzado.
- ④ En lo que al tipo de la superestructura se refiere, se harán evaluaciones desde el punto de vista del período de construcción, económico, de mantenimiento y rehabilitación, así como desde el punto de vista de los efectos de la transferencia de tecnología, para luego proceder a la planificación del proyecto.
- ⑤ Los puentes construidos en zonas montañosas deberán tener en cuenta las condiciones del río y se deberán reforzar las riberas del río para proteger los estribos del puente. El presente proyecto incluirá la protección necesaria solamente en el dominio del derecho de vía.
- ⑥ En el caso de que se construya el puente nuevo en el mismo lugar del puente existente, deberá establecerse un desvío para mantener el flujo de tráfico vehicular durante la construcción del mismo. Así mismo, debido a que el puente contiene tuberías de agua

potable, deberán realizarse los trabajos de tal forma de que no se vea afectada la forma de vida de la población por los trabajos en el mismo.

- ⑦ La disminución de los costos de mantenimiento posteriores a la construcción es un tema importante para Nicaragua. Se tratará de que los puentes de este proyecto estén lo más extentos posibles de mantenimiento.
- ⑧ El término del período de la obra tendrá que realizarse dentro del marco del Sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, por lo que deberá realizarse el diseño y la planificación de las obras de tal forma que se finalice lo antes posible.

5.2 Condiciones del Diseño, determinación de Normas, Deliberaciones

Para la etapa de diseño básico se han realizado deliberaciones con la Dirección General de Vialidad del MCT para determinar las condiciones básicas a seguir.

(1) Ancho mínimo del puente

Pista para vehículos	$3.35 \text{ (m)} \times 2 = 6.70 \text{ (m)}$
Franja lateral	$0.60 \text{ (m)} \times 2 = 1.20 \text{ (m)}$
Paso peatonal	$0.65 \text{ (m)} \times 2 = 1.30 \text{ (m)}$
<u>Barandal</u>	<u>$0.25 \text{ (m)} \times 2 = 0.50 \text{ (m)}$</u>
Total	9.70 (m)

Se definirá éste como el ancho mínimo. Este ancho es el mismo que el definido en el "Estudio de Diseño Básico del Plan de Construcción de Puentes en la Carretera Nejapa-Izapa" preparado en diciembre de 1993 por JICA (denominado Proyecto Nejapa-Izapa).

(2) Especificaciones de carga viva para diseño

Para la carga viva de diseño se adoptarán las especificaciones de carga HS20-44 de la AASHTO, según las Especificaciones Generales para Proyectos Geométricos de Caminos - 1983 de Nicaragua. Sin embargo, debido a que actualmente no hay normas legales y actualmente existe mucho tráfico de camiones pesados, la Dirección de Vialidad está trabajando con un aumento del 25% en la carga especificada al momento del diseño

(al igual que en el caso del Proyecto Nejapa-Izapa). En este proyecto también se tomará un valor 25% mayor que las especificaciones de carga HS20-44.

(3) Carga antisísmica

Nicaragua, al igual que Japón, es un país muy expuesto a los terremotos y deberá tenerse en cuenta el diseño antisísmico. Los cálculos para esta carga antisísmica están definidos en el código de construcción de la República de Nicaragua, "Reglamento Nacional de Construcción, 1983" y se utilizarán éstos para diseñar.

(4) Normas de diseño

Se ha llegado a un acuerdo, para los casos donde sea necesario, para utilizar los criterios y normas japonesas para el diseño del puente y demás estructuras, como excepción a los puntos mencionados previamente, en el caso de que estos criterios y normas no estuvieran especificadas para la República de Nicaragua.

5.3 Planificación Básica

5.3.1 Selección del Lugar de Construcción del Puente

(1) Puente Las Lajas

El Puente Las Lajas está construido en el centro de una carretera en forma de S. Es posible reconstruir el puente en el mismo lugar, río abajo o río arriba. Se analizarán las ventajas y desventajas de cada una de las posibilidades; sin embargo, si se construye río arriba, el área de terreno necesaria para la carretera nueva sería mayor que si se construyera río abajo, por lo que se considerarán sólo las primeras dos opciones.

a) Propuesta para construir el nuevo puente en el mismo lugar (propuesta A)

Se construirá un desvío a unos 25 m río abajo y después de demoler el puente existente se construirá el nuevo puente en el mismo lugar.

Esta propuesta permite mantener la forma de la carretera antes y después del puente en el mismo estado actual. La longitud del desvío es de 350 m y como la altura del nivel del

agua es de más de 3.5 m, el cruce del puente puede realizarse con un puente temporal de las mismas dimensiones (47 m) que el existente.

El período de construcción de la obra necesario para completar este proyecto, que es de 15.6 meses, incluye la construcción del desvío, construcción del puente temporal, demolición del puente existente y construcción del nuevo puente.

b) Propuesta para construir el nuevo puente río abajo (propuesta B)

Se pretende construir el puente río abajo con respecto a la posición actual. En este caso, el tráfico se realizará en las mismas condiciones actuales mientras se realiza la construcción del puente y no será necesario construir un desvío. Sin embargo, será necesario terminar de construir las vías de acceso al puente antes de terminar la construcción del mismo. Debido a que la carretera actual tiene una forma de S, las vías de acceso requerirán un cambio de la forma de la curva y probablemente tenga la misma forma que la carretera actual. Su longitud será de 850 m (nueva construcción 450 m, ampliación 400 m). El período de construcción de la obra para la construcción del nuevo puente y de las vías de acceso será de 12 meses.

c) Comparación de costos

Los costos de ambas propuestas se comparan en la siguiente tabla (el costo de construcción del nuevo puente es el mismo para ambas propuestas).

Tabla-12 Comparación de Costos

Item	Propuesta A		Propuesta B	
	Longitud (m)	Costo (1000 yenes)	Longitud (m)	Costo (1000 yenes)
Costo del desvío	350 m	49,900	0 m	0
Costo del desplome del puente existente	47 m	23,000	47 m	23,000 *
Costo de construcción del camino de acceso	20x2 = 40 m	2,800	0 m	0
Costo de construcción de la nueva carretera	0 m	0	1,000 m	25,000
Costo de construcción del nuevo puente	50 m	-	50 m	-
Total		75,700		48,000

Nota : * - Indica que será financiado por la República de Nicaragua.

d) Resultado del análisis

Se ha resumido los resultados del análisis en la tabla a continuación. Se ha llegado a la conclusión de que, tanto desde el punto de vista del período de construcción de las obras como del costo económico, es más conveniente construir el puente río abajo. (Propuesta B)

Tabla-13 Resultado del Análisis

Item	Forma de la Carretera	Período Construcción Obras	Economía de Costos
Propuesta de construcción en el mismo lugar (Propuesta A)	Se mantienen las condiciones	Malo	Malo
Propuesta de construcción río abajo (Propuesta B)	Condiciones similares a las actuales	Bueno	Bueno

(2) Puente Las Maderas

El Puente Las Maderas está al norte de la ciudad y la carretera es recta del lado de Managua y presenta una curva grande hacia el noroeste del lado de Sébaco. Debido a que hay casas construidas a lo largo de la carretera actual es difícil obtener suficiente terreno como para construir el puente río arriba o río abajo, por lo que sólo puede construirse el nuevo puente en el mismo lugar. El desvío tiene los mismos inconvenientes, por lo que se ha decidido construir dentro de los límites del derecho de vía actual (20 m de cada lado, ancho total de 40 m).

(3) Puente Sébaco

El Puente Sébaco está situado a la entrada de la Ciudad de Sébaco, viniendo desde Managua hacia Estelí y Matagalpa. La forma de la carretera tiene un tramo recto del lado de Managua; del lado de Estelí tiene un tramo recto de 0.5 km y después se encuentra un empalme de carretera con dirección hacia Estelí y Matagalpa. Debido a que la carretera tiene tramos rectos y a que existen casas y tiendas a lo largo de la carretera actual, es conveniente construir el puente en el mismo lugar que el existente. A 130 m río abajo existe un buen punto para el cruce del río y es posible utilizar una calle ancha de la ciudad, por lo que es un punto de desvío ideal.

5.3.2 Análisis sobre la Longitud del Puente

(1) Puente Las Lajas

El lugar de ubicación actual del puente está a sólo 0.5 km del Lago Managua, recibiendo una gran influencia del mismo debido a que la cota del nivel de agua es muy similar, por lo que no existe una gran erosión del suelo por la corriente del río. Por lo tanto sólo será necesario considerar el ancho del río y se ha proyectado con la misma longitud del puente actual de 50 m.

(2) Puente Las Maderas

El puente actual tiene sus estribos ubicados dentro del río a una distancia de 2.0 m en la ribera derecha y entre 5.5 m y 7.5 m en la ribera izquierda. La corriente provoca una mayor erosión en la ribera izquierda. Por lo tanto, los estribos del nuevo puente deberán colocarse de tal forma que se protejan contra la naturaleza, proyectándose un puente con una longitud de 40 m, a diferencia de la longitud del puente actual, que es de 29.4 m.

(3) Puente Sébaco

El puente actual está situado en una curva del río y la ribera derecha está protegida por un muro de mampostería. Debido a que el puente existente está en las cercanías de la ciudad y a que no se cuenta con otra solución para la protección de la ribera, el nuevo puente también deberá tener un muro similar. Por lo tanto, se proyecta para el puente nuevo la misma longitud que el puente actual de 40 m.

5.3.3 Espacio debajo de las Vigas

(Espacio libre debajo de la viga o área transversal necesaria para la corriente del río)

(1) Puente Las Lajas

El nivel del agua cuando se hizo el estudio cerca del Puente Las Lajas estaba a 3-4 m por debajo del nivel de la carretera y, por entrevistas, se ha podido determinar que el máximo nivel del agua en el pasado llegó hasta 0.5 m debajo de la parte más baja de la viga, por lo que se ha decidido que el nuevo puente esté con las vigas a la misma altura que el puente actual.

(2) Puente Las Maderas

Según las entrevistas en Las Maderas, en 1982 el nivel del agua llegó hasta la estructura del puente actual, por lo que se deberá preparar una misma o mayor área que la del puente actual para el flujo de la corriente (el área debajo de la superficie inferior de la viga es de 206 m²). La longitud del nuevo puente será de 40 m y, si la superficie inferior de la viga está a la misma altura que la del puente actual, el área del río abajo del nuevo puente podrá mantener aprox. 220 m² y deberá existir un espacio de 1.0 m debido que que la corriente puede arrastrar troncos y cantos.

(3) Puente Sébaco

Según las entrevistas, el máximo nivel del agua en el puente Sébaco debajo de la superficie de la carretera fue de 3.3 m (una vez cada 10 años) y una vez al año llega a un nivel de 4.3 m por debajo de la carretera. El espacio debajo de la viga es suficiente y, si se tiene en cuenta la altura de la carretera existente antes y después del puente, éste tendrá la misma altura que el actual.

5.3.4 Ancho en cada uno de los Puentes

Se discutió con la Dirección General de Vialidad del MCT el ancho mínimo del puente y del paso peatonal, por lo que teniendo en cuenta el resultado de dicha discusión, se decidió el ancho que debería tener cada puente.

El Puente Las Lajas se encuentra en una zona agropecuaria con pocos peatones y se consideró que el ancho mínimo estaba bien. Los Puentes Las Maderas y Sébaco están ubicados en la entrada de ciudades y hay una gran actividad peatonal cruzando los mismos. Según las normas del MCT, el ancho del paso peatonal deberá ser de 65 cm como mínimo, pero en el caso de estos dos puentes, se considera que el mínimo es demasiado angosto, por lo que se deberá estudiar el ancho a fijar para el paso peatonal.

(1) Estudio del ancho del paso peatonal en los puentes La Madera y Sébaco

a) Puente Las Maderas

El Puente Las Maderas también sirve como paso peatonal para que los alumnos vayan a la escuela. En los últimos 20 años hubo accidentes en los que murieron 15 alumnos (según estudios realizados en dos escuelas primarias de la zona). Teniendo en cuenta el

paso de los alumnos, el ancho peatonal deberá ser de 1.5 m (ancho mínimo utilizado en este caso en Japón).

b) Puente Sébaco

Se observó con claridad que el tráfico de peatones y bicicletas es mayor que el del Puente Las Maderas. Según el conteo del tráfico de peatones y bicicletas en el mismo, circulan 866 peatones/día y 662 bicicletas/día, según datos calculados un día martes. Para el caso del fin de semana (día sábado) circulan 571 peatones/día y 866 bicicletas/día (ver la Tabla-14).

Según las normas japonesas, cuando el volumen de tráfico de bicicletas está entre 500-700 unidades por día, es necesario implementar un carril exclusivo para el flujo de tráfico de bicicletas. Así mismo, cuando el volumen de tráfico de vehículos es mayor de 500 unidades por día y el número de peatones es mayor de 100 personas por día, es necesario colocar un paso peatonal.

Para el caso del Puente Sébaco, debido a que el número de vehículos es mayor de 2,700 unidades/día y el número de peatones y bicicletas sobrepasan los límites antes mencionados, se recomienda la construcción independiente del paso peatonal con un ancho de 2.5 m, de los cuales 1.5 m corresponden al paso peatonal (paso de dos personas) y 1 m corresponde al paso de bicicletas (paso de una bicicleta).

Tabla-14 Resultados de Conteo de Volumen de Peatones y Bicicletas en el Puente Sébaco

	Conteo día Martes	Conteo día Sábado
Peatones	866 Peat/día (106 Peat./hora)	571 Peat./día (75 Peat./hora)
Bicicletas	662 Bic./día (82 Bic./hora)	866 Bic./día (91 Bic./hora)

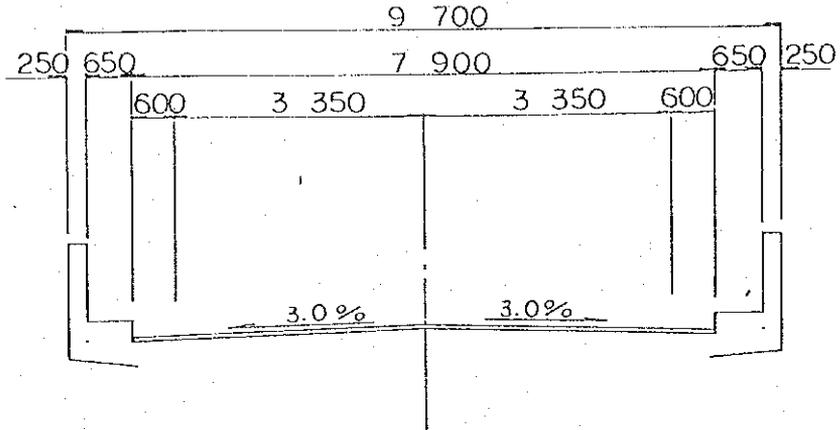
Nota : Los valores son para ambas direcciones.

() muestra el volumen de tráfico máximo por hora

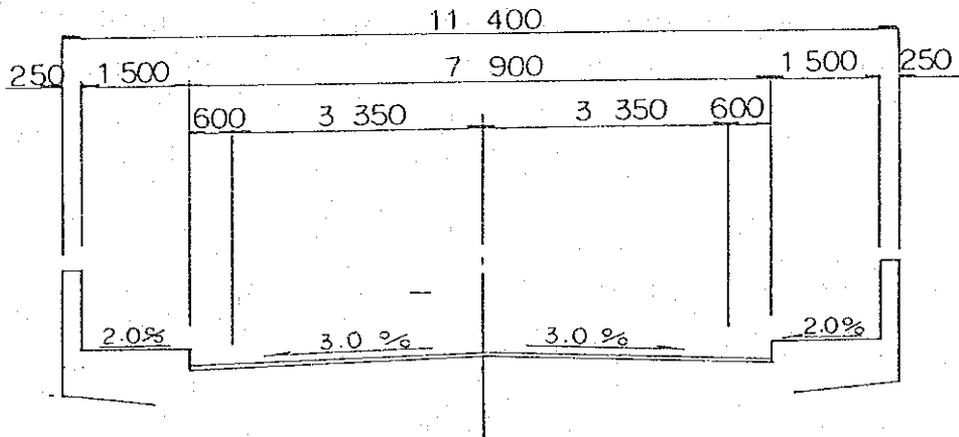
(2) Ancho de la estructura de los puentes

El ancho de la estructura de cada puente se puede observar en la Figura-7.

Puente Las Lajas



Puente Las Maderas



Puente Sábaco

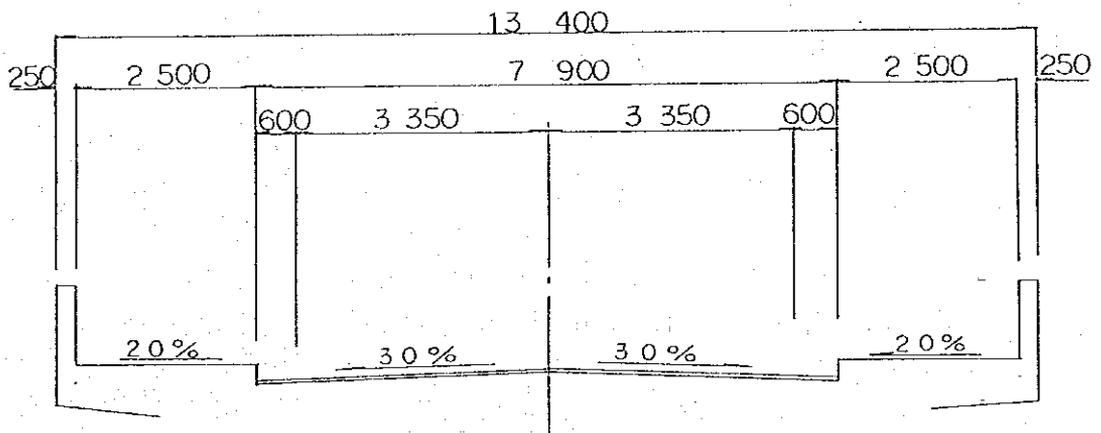


Figura-7 Ancho de la Estructura de cada Puente

5.3.5 Análisis del Tramo del Puente

(1) Puente Las Lajas

Este puente tiene una longitud de 50 m. El Río Las Lajas tiene una profundidad normal de más de 3.5 m y las capas geológicas del lecho del río muestran una capa de aluvión y esquistos no muy firme de 1 m. Por las consideraciones que se indican a continuación, se considera conveniente que el puente sea de un tramo.

- ① Si tuviera dos tramos, sería necesario un cierre doble durante la etapa de construcción de una pila, una plataforma de trabajo, un puente de suspensión, etc.
- ② Sería necesario utilizar maquinaria especial para perforar más allá de la capa de esquistos e instalar las estructuras temporales mencionadas anteriormente.
- ③ Los materiales para las estructuras temporales no pueden adquirirse localmente y sería necesario importarlos del Japón o de terceros países.
- ④ El período de construcción de la obra se alargaría con respecto al de un tramo, en 5.0 meses como mínimo.
- ⑤ Todos estos argumentos sirven para demostrar que el puente de dos tramos no sería económico.

(2) Puente Las Maderas

Este puente tiene una longitud de 40 m. Según las entrevistas, el Río Las Maderas en la estación lluviosa arrastra lodo y cantos, y durante las inundaciones se tiene que evacuar a la población que vive en las riberas del río. El estudio del cauce del río, del estribo del puente y de la pared protectora de la ribera muestra los efectos de los golpes de la grava, demostrando la frecuencia del arrastre de cantos (grava y cantos rodados) y de troncos de árboles. A partir de lo mencionado previamente y de las siguientes consideraciones, se considera que no es conveniente construir una pila en el cauce del río (es decir, no es conveniente un puente de dos tramos).

- ① La inclinación del lecho es un indicio de la fuerza de la corriente. La fuerza de la corriente haría que se erosionara seriamente y rápidamente la pila en la cercanía del puente.

- ② Para proteger la pila contra el arrastre de cantos sería necesario que el aumento del ancho de la misma sea de 50 cm de cada lado, lo que hace que su obstrucción en el área seccional de la corriente del río sea de un 6.5%, lo que no es muy conveniente (en Japón, la obstrucción no deberá superar el 5.0%).
- ③ La grava y cantos rodados que golpean contra la pila en el agua pueden ser lanzados contra la protección de la ribera y aumentar la erosión del cauce del río. Por lo tanto, sería también necesario instalar estructuras para la protección de éstos.
- ④ Es muy difícil terminar todas las obras de construcción de infraestructura del puente antes del comienzo de la estación lluviosa.

(3) Puente Sébaco

Por las siguientes razones, al igual que para el Puente Las Maderas, no se recomienda la instalación de una pila en el Puente Sébaco.

- ① Si se analiza el cauce del río, no tiene tantos efectos como el Río Las Maderas, pero existen indicios de arrastre de troncos y cantos. Si se pusiera una pila en el cauce del río, el sentido de la corriente sería todavía más inestable y se dirigiría más hacia las riberas del río donde aumentaría la erosión.
- ② 200 m río arriba existe una desembocadura de otro río, por lo que se forma el remanso, lo que impide que se establezca la corriente del mismo. Debido a que no existe un sentido exacto de la corriente, la pila debería ser redonda y la obstrucción en la sección del río sería de 6.5 - 7.0%, por lo que no es deseable.
- ③ Así mismo, una pila redonda puede producir remolinos y durante las crecientes del río, puede producir erosión en la misma.
- ④ Debido a la inestabilidad de la corriente, la misma también provoca erosión en la ribera.
- ⑤ La construcción de una pila en el lecho del río se realizará en la estación lluviosa y será necesario implementar obras para el cierre y uso de un puente temporal.

Tanto para el Río Las Maderas como para el Río Grande, hay secciones río arriba del puente donde el arrastre de cantos y troncos hace presumir que exista el peligro de una

inclinación fuerte en la zona montañosa, pero como no se pueden tomar medidas de protección, es conveniente no crear obstrucciones en la corriente del río, al igual que en el caso de los puentes actuales.

5.4 Selección del Tipo de Puente

5.4.1 Selección de la Comparación de Propuestas de Estructuras de Puente (Selección Primaria)

La selección de la comparación de propuestas de estructuras de puente deberá tener en cuenta las condiciones naturales de acuerdo a la ubicación de cada puente, experiencia de las constructoras nacionales, posibilidades en la práctica, economía de costos, etc. La siguiente tabla muestra un resumen de las condiciones de cada puente que deberán tomarse en cuenta en la selección de la comparación de propuestas de estructuras para cada puente. Utilizando las condiciones anteriores, y teniendo en cuenta la información recabada, se harán dos o tres propuestas de estructuras para cada puente.

Tabla-15 Condiciones de la Evaluación de los distintos Tipos de Construcción para cada Puente

Item	Nombre del puente		
	Puente Las Lajas	Puente Las Maderas	Puente Sébaco
Ubicación del puente	Río abajo	En el mismo lugar	En el mismo lugar
Forma de la carretera	$R = \infty$	$R = \infty$	$R = \infty$
Longitud del puente	$L = 50.0$ m	$L = 40.0$ m	$L = 40.0$ m
Estructura del puente	$B=7.90+0.65 \times 2+0.25 \times 2 = 9.70$ m Ancho efectivo $b=9.20$ m	$B=7.90+1.50 \times 2+0.25 \times 2 = 11.40$ m Ancho efectivo $b=10.90$ m	$B=7.90+2.50 \times 2+0.25 \times 2 = 13.40$ m Ancho efectivo $b=12.90$ m
Angulo de inclinación	$\theta = 90^{\circ}00'00''$	$\theta = 90^{\circ}00'00''$	$\theta = 90^{\circ}00'00''$
Carga proyectada	Aumento del 25% con respecto a HS20-44 (AASHTO)	Aumento del 25% con respecto a HS20-44 (AASHTO)	Aumento del 25% con respecto a HS20-44 (AASHTO)
Nivel del agua	Cota máxima = Cota carretera - 1.7 m Normalmente el nivel del agua es de más de 3.5 m	Cota máxima = Cota carretera - 1.2 m En la estación seca hay poca agua y durante las lluvias hay arrastre de lodo y rocas	Cota máxima = Cota carretera - 4.3 m En la estación seca hay poca agua y durante las lluvias crece hasta Al.An.Lg-1.0m
Topografía	Planicie	Planicie	Planicie
Capa de soporte	Esquistos a 7.5 - 13.0 m de la superficie de la carretera	A 7.0 - 8.0 m de la superficie de la carretera hay una capa muy dura de alquitrán y grava con canto rodado	El lecho del río se continúa en una capa estabilizada de grava y canto rodado
Depósito de materiales y sitio necesario para la construcción	Es posible detrás del estribo del puente	Es posible en la carretera existente detrás del estribo del puente	Es posible en la carretera existente (del lado de Managua) detrás del estribo del puente
Estación lluviosa	En general de mayo a octubre. Las lluvias son especialmente abundantes al principio y al final de la estación		

(1) Alternativas de superestructura

a) Puente Las Lajas

Se proyecta un puente con una longitud de 50 m con vigas simples. En un puente CP de estas dimensiones, normalmente se seleccionan vigas en caja CP, pero debido a que en este caso, la profundidad normal del río es de más de 3.5 m, no es posible realizar los trabajos con soportes instalados en el río. El método de instalación de vigas será el de cruce por empuje. Así mismo, el período de construcción de la obra es más largo y no es económico. Por todas estas consideraciones, se ha seleccionado la alternativa de un puente de acero.

A partir de la información existente se propondrán las siguientes tres alternativas:

- ① Puente de vigas simples de acero
- ② Puente de cercha de acero (construcción del puente mediante el método de levantamiento de cables)
- ③ Puente Langer (construcción del puente mediante el método de levantamiento de cables)

b) Puente Las Maderas

De acuerdo a las dimensiones del puente y de las estructuras, se propondrán las siguientes tres alternativas:

- ① Puente de vigas simples de acero (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)
- ② Puente de vigas T simples de CP (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)
- ③ Puente de vigas compuestas CP (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)

c) Puente Sébaco

Las dimensiones de este puente son similares a las de Las Maderas y se seleccionará el mismo tipo de alternativas pero, como el presente puente es el símbolo de la ciudad, deberá pensarse en una superestructura que exprese el simbolismo, por lo que se ha pensado en la alternativa de un puente Lohse de acero monocable. Se proponen las siguientes cuatro alternativas:

- ① Puente de vigas simples de acero (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)
- ② Puente Lohse de acero monocable (construcción del puente mediante grúa o levantamiento mediante cables)
- ③ Puente de vigas T simples de CP (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)
- ④ Puente de vigas compuestas CP (construcción del puente mediante grúa sobre camión o mediante uso de viga temporal)

(2) Tipos de infraestructura y cimentación

Se seleccionará el tipo de infraestructura de acuerdo al tipo de superestructura seleccionado, carga especificada, topografía y geología, y a las condiciones generales y tipo de obra, de tal forma que la estructura sea más estable. El tipo de cimiento dependerá del estudio geológico realizado; cada puente tiene una buena base no demasiado profunda por lo que será posible utilizar una cimentación directa. La infraestructura (estribos del puente) deberá penetrar 0.5 m - 1.0 m en la capa dura, con una altura del cuerpo de 8.5 - 14.0 m. La forma del estribo se debe seleccionar de acuerdo con la altura del cuerpo; si es menor de 12 m se debe usar un estribo en forma de "T" invertida y si es mayor de 12 m se debe usar el estribo en forma de "T" invertida y pared retraída o estribo de tipo caja. Sin embargo, el estribo de tipo "T" invertida es más fácil de construir y tiene una estructura simple, por lo que se empleará esta forma en los estribos mayores de 12 m. Como referencia, en Japón se utiliza este tipo de estribo para alturas del cuerpo de hasta 15 m.

5.4.2 Selección del Tipo de Puente

Con respecto a la comparación de las alternativas para cada puente, se puede hacer un cálculo del costo usando como base el cálculo del diseño resumido y la información de referencia, así como la determinación de las posibilidades de construcción teniendo en cuenta las facilidades de construcción en el país, el período de construcción de las obras, el mantenimiento y la transferencia tecnológica. Se utilizarán estos datos para seleccionar la mejor alternativa.

Los resultados del estudio comparativo para cada puente se muestran en las Tablas 16-18.

a) Puente Las Lajas

Las tres alternativas del Puente Las Lajas son de acero. Aparte del costo de construcción, los demás puntos fueron aproximadamente iguales. Se realizará una selección en base a este costo de construcción, teniendo en cuenta que el material del puente de acero y su fabricación se realizarán en Japón, como se muestra en la Tabla-16.

La primera propuesta fue para un puente de vigas simples de acero con una altura de viga principal de 2.8 m, lo que implica que la maquinaria para instalación debe ser del mismo tamaño (en general, vigas de celosía), lo cual implica que su costo de instalación (incluyendo el costo de transporte) es muy alto.

La tercera propuesta de un puente Langer, necesitará una estructura muy alta, teniendo en cuenta la cota alta de la carretera, por lo que el acero es muy pesado y el costo de construcción se vuelve extremadamente alto. Por lo tanto, de las tres propuestas, la más económica es la segunda o del puente de vigas simples de celosía.

b) Puente Las Maderas

Como resultado de la comparación de alternativas, en términos económicos es preferible el concreto reforzado al acero, como se aprecia en la Tabla-17.

En lo que respecta a la obra, las tres propuestas tienen un período de construcción casi igual y los trabajos de infraestructura, de protección de la ribera y de instalación de vigas no tienen muchas variantes. Sin embargo, si se separa la segunda propuesta, en las demás se instalan las losas de la superestructura, siendo el punto que se puede debilitar

más fácilmente en la estación lluviosa (especialmente en la época de más lluvias, según la información del Anexo), lo cual representa un riesgo muy grave.

Para evitar este riesgo, se prefiere la segunda propuesta, que no requiere la instalación de losas en el piso porque se trata de un puente de vigas T simples de CP.

c) Puente Sébaco

La comparación de las propuestas del Puente Sébaco se muestra en la Tabla-18.

Por las mismas razones que para el Puente Las Maderas, se seleccionará la tercera propuesta del puente de vigas T simples de CP. Así mismo, el hecho de construir los dos puentes del mismo tipo reduce los costos.

La comparación de costos que se muestran en las Tablas 16-18 toma en cuenta únicamente los siguientes elementos:

- Construcción de obras de superestructura
- Construcción de obras de infraestructura (incluyendo el trabajo de cierre)

Tabla-16 Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Las Lajas

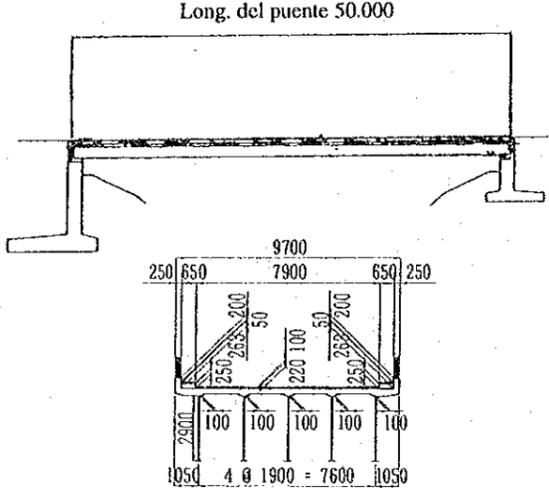
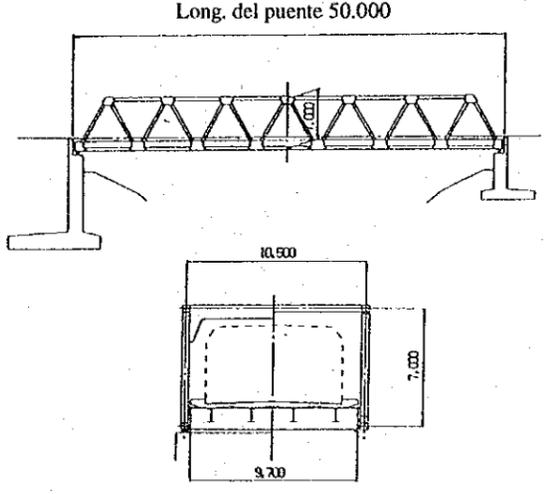
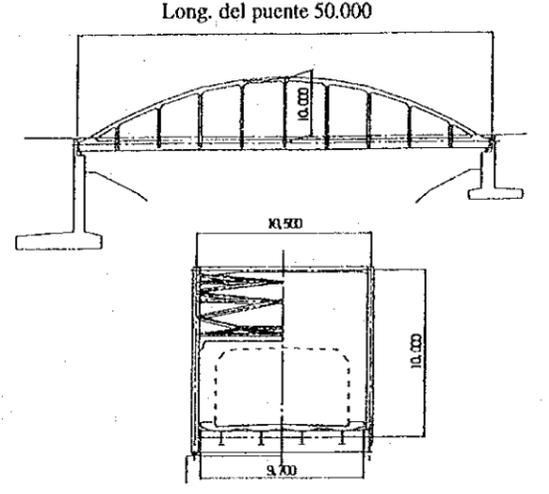
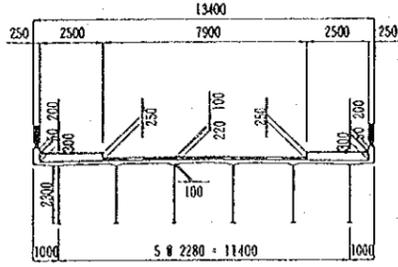
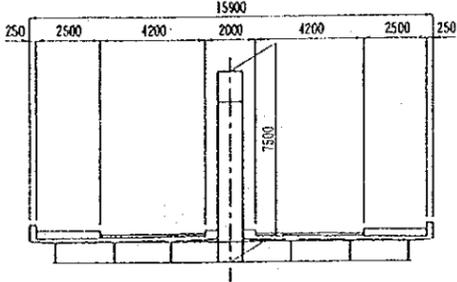
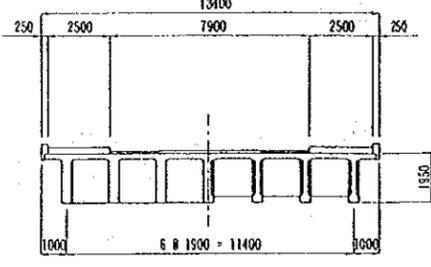
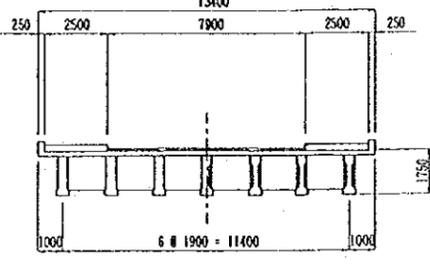
Tipo de puente	Primera propuesta: Puente de vigas simples de acero	Segunda propuesta: Puente de cerchas de acero	Tercera propuesta: Puente Langer
Esquema general de la estructura			
Método de construcción del puente	Construcción mediante bloques transportados	Construcción de puente mediante el método de levantamiento de cables	Construcción de puente mediante el método de levantamiento de cables
Material	- Superestructura: Peso de acero - 130 ton (282 kg/m ²), Concreto - 150 m ³ - Infraestructura: Concreto - 723 m ³ , Armazón de hierro - 36.1 ton, Excavación - 2,254 m ³	- Superestructura: Peso de acero - 129 ton (280 kg/m ²), Concreto - 130 m ³ - Infraestructura: Concreto - 704 m ³ , Armazón de hierro - 35.2 ton, Excavación - 2,535 m ³	- Superestructura: Peso de acero - 162 ton (341 kg/m ²), Concreto - 130 m ³ - Infraestructura: Concreto - 704 m ³ , Armazón de hierro - 35.2 ton, Excavación - 2,535 m ³
Tasa de costo de construcción	104	100	120
Estructura y construcción	- De las 3 propuestas es la que tiene mayor deflexión. - Hay suficiente espacio para depósito y zona de acumulamiento de tierra y armado de rieles, pero debido a que es necesario preparar una rampa de tierra y el tendido de rieles, acumulamiento de tierra y construcción del puente, el período de construcción de la obra es el más largo. Así mismo, las instalaciones necesarias para la construcción del puente son muy complejas y por lo tanto aumentará el costo de construcción.	- Debido a que es paralelo colgante, no hay desperdicio de materiales. - Son necesarios muchos días para instalar los anclajes y para armar las barras de hierro pero debido a que este trabajo se puede hacer simultáneamente con el estribo del puente, el período de construcción es el más corto de las 3 propuestas. Las instalaciones necesarias para la construcción del puente son más insignificantes que las de la propuesta 1.	- Debido a los límites en la construcción, la estructura principal tiene que ser muy alta. - Son necesarios muchos días para instalar los anclajes y para armar las barras de hierro, pero debido a que este trabajo se puede hacer simultáneamente con el trabajo de infraestructura, el período de construcción es más corto que la primera propuesta. La construcción del puente es más ligera que la de la propuesta 1.
Período de construcción de la obra	13.0 meses	12.0 meses	12.5 meses
Mantenimiento	Es un puente de paso en la parte superior y se emplea acero estructural de gran resistencia a la intemperie, por lo que está libre de mantenimiento.	Es un puente de paso inferior, por lo que la apariencia es importante y será conveniente pintar. Es necesario hacer un trabajo de pintura periódico.	Es un puente de paso inferior por lo que la apariencia es importante y será conveniente pintar. Es necesario hacer un trabajo de pintura periódico.
Oportunidades de empleo	No hay muchas oportunidades de empleo (las vigas se traen todas del Japón).	No hay muchas oportunidades de empleo (las vigas se traen todas del Japón).	No hay muchas oportunidades de empleo (las vigas se traen todas del Japón).
Transferencia tecnológica	No se puede esperar demasiado ya que sólo se trata de observar el método de construcción.	No se puede esperar demasiado ya que sólo se trata de observar el método de construcción.	No se puede esperar demasiado ya que sólo se trata de observar el método de construcción.
Evaluación general	○		
La segunda propuesta requiere mantenimiento pero es la más conveniente desde el punto de vista económico, el período de construcción de la obra es el más corto, por lo que se considera que es el más apropiado.			

Tabla-17 Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Las Maderas

Tipo de puente	Primera propuesta: Puente de vigas simples de acero	Segunda propuesta: Puente de vigas T simples de CP	Tercera propuesta: Puente de vigas compuestas CP
Esquema general de la estructura			
Método de construcción del puente	Construcción de puente mediante vigas. (El puente se construirá en la estación lluviosa).	Construcción de puente mediante vigas.	Construcción de puente mediante vigas.
Material	- Superestructura: Peso de acero - 117 ton (268 kg/m ²), Concreto - 152 m ³ - Infraestructura: Concreto - 753 m ³ , Armazón de hierro - 37.6 ton, Excavación - 4,661 m ³	Concreto - 328 m ³ , Armazón de hierro - 38.8 ton, Material PC - 15.1 ton Concreto - 762 m ³ , Armazón de hierro - 38.1 ton, Excavación - 4,971 m ³	Concreto - 382 m ³ , Armazón de hierro - 53.5 ton, Material PC - 12.6 ton Concreto - 762 m ³ , Armazón de hierro - 38.1 ton, Excavación - 4,971 m ³
Tasa de costo de construcción	142	104	100
Estructura y construcción	- De las 3 propuestas es la que tiene mayor deflexión. - El período de construcción de la obra es mayor que la segunda propuesta. Los trabajos de instalación de losas se realizan en la estación lluviosa y puede influir en que se alargue la calendarización de obras.	- Debido a la demora que se requiere para adquirir la resistencia del concreto se demora en construir las vigas (7 días/viga longitud). - El período de construcción de la obra es ligeramente más corto. Si comparamos con las propuestas 1 y 3, la instalación de vigas no se realiza en la estación lluviosa, por lo que no sufre sus consecuencias y es el más aconsejable.	- Debido a la demora que se requiere para adquirir la resistencia del concreto, se demora en construir las vigas (7 días/viga longitud). - El período de construcción de la obra es similar a la primera propuesta. Los trabajos de instalación de losas se realizan en la estación lluviosa y puede influir en que se alargue la calendarización de obras.
Período de construcción de la obra	15.5 meses	14.5 meses	15.5 meses
Mantenimiento	Debido al empleo de acero estructural de gran resistencia a la intemperie, está libre de mantenimiento.	Debido a que es un puente de concreto, no existen grandes problemas de mantenimiento.	Debido a que es un puente de concreto no existen grandes problemas de mantenimiento.
Oportunidades de empleo	No hay muchas oportunidades de empleo (las vigas se traen todas del Japón).	Debido a que la mayoría de los trabajos se realizan en el lugar de construcción se utilizará mucha mano de obra.	Debido a que la mayoría de los trabajos se realizan en el lugar de construcción, se utilizará mucha mano de obra.
Transferencia tecnológica	No se puede esperar demasiado ya que sólo se trata de observar el método de construcción.	Existe la posibilidad de transferir tecnología desde la construcción de vigas CP hasta la construcción del puente.	Existe la posibilidad de transferir tecnología desde la construcción de vigas CP hasta la construcción del puente.
Evaluación general	Tanto la segunda como la tercera propuesta son similares en términos económicos y convendrá seleccionar según las facilidades de construcción, el período de construcción de la obra más corto y la influencia de las lluvias sobre el proyecto.		

Tabla-18 Cuadro de Comparación de Estructuras del Puente Sébaco

Tipo de puente	Primera propuesta: Puente de vigas simples de acero	Segunda propuesta: Puente Rosé colgante simple	Tercera propuesta: Puente de vigas T simples de CP	Cuarta propuesta: Puente de vigas compuestas CP
Esquema general de la estructura				
Método de construcción de puente	Construcción del puente mediante vigas. (El puente se construirá en la estación lluviosa).	Construcción del puente mediante el método de levantamiento de cables.	Construcción del puente mediante vigas.	Construcción de puente mediante vigas.
Material				
- Superestructura	Peso de acero - 128 ton (268 kg/m ²), Concreto - 199 m ³	Peso de acero - 169 ton (327 kg/m ²), Concreto - 179 m ³	Concreto - 384 m ³ , Armazón de hierro - 49.5 ton, Material PC - 17.4 ton	Concreto - 425 m ³ , Armazón de hierro - 68.0 ton, Material PC - 15.1 ton
- Infraestructura	Concreto - 865 m ³ , Armazón de hierro - 43.3 ton, Excavación - 3,715 m ³	Concreto - 994 m ³ , Armazón de hierro - 49.7 ton, Excavación - 4,231 m ³	Concreto - 899 m ³ , Armazón de hierro - 45.0 ton, Excavación - 3,974 m ³	Concreto - 899 m ³ , Armazón de hierro - 45.0 ton, Excavación - 3,974 m ³
Tasa de costo de construcción	137	167	104	100
Estructura y construcción	- Es un trabajo de construcción de puente general que no representa problemas, pero de las 4 propuestas es la que tiene mayor deflexión. - El período de construcción de la obra es intermedio pero debido a que los trabajos de instalación de losas se realizan en la estación lluviosa, puede influir en que se alargue la calendarización de obras.	- Con este tipo de construcción hay una franja que separa el centro en el puente y no es muy conveniente desde el punto de vista del tráfico (la carretera queda separada). - El período de construcción de la obra es el más largo de las 4 propuestas. Los trabajos de instalación de losas se realizan en la estación lluviosa y puede influir en que se alargue la calendarización de obras.	- Es un trabajo de construcción de puente general que no representa problemas. - Debido a la demora en adquirir la resistencia del concreto se demora en construir las vigas. - El período de construcción de la obra es el más corto de las 4 propuestas. El número de trabajos posteriores a la construcción es reducido y debido a que no se realiza en la estación lluviosa no sufre sus consecuencias y es el más aconsejable.	- Debido a la demora en adquirir la resistencia del concreto, se demora en construir las vigas (7 días/viga longitud). - El período de construcción de la obra es similar a la primera propuesta. Los trabajos de instalación de losas se realizan en la estación lluviosa y puede influir en que se alargue la calendarización de obras.
Período de construcción de la obra	16.0 meses	18.0 meses	15.5 meses	16.5 meses
Mantenimiento	Debido al empleo de acero estructural de gran resistencia a la intemperie, está libre de mantenimiento.	La apariencia es importante y será conveniente pintar. Es necesario hacer un trabajo de pintura periódico. Es posible seleccionar cualquier color.	Debido a que es un puente de concreto, no existen grandes problemas de mantenimiento.	Debido a que es un puente de concreto, no existen grandes problemas de mantenimiento.
Aspecto exterior	No tiene puntos de referencia especiales y será necesario proponer algo.	Tiene un punto de referencia específico y es el mejor de las 4 propuestas.	No tiene puntos de referencia especiales y será necesario proponer algo.	No tiene puntos de referencia especiales y será necesario proponer algo.
Oportunidades de empleo	No hay muchas oportunidades de empleo. (Las vigas se traen todas del Japón).	No hay muchas oportunidades de empleo. (Las vigas se traen todas del Japón).	Es posible (exceptuando el material CP y accesorios, se adquirirán todos localmente).	Es posible (a excepción del material CP y accesorios, se adquirirán todos localmente).
Transferencia tecnológica	Es posible enseñar el método de construcción de puentes.	Es posible enseñar el método de construcción de puentes.	Existe la posibilidad de transferir tecnología desde la construcción de vigas CP hasta la construcción del puente.	Existe la posibilidad de transferir tecnología desde la construcción de vigas CP hasta la construcción del puente.
Evaluación general	○			
	Tanto la 3a. como la 4a. propuesta son similares en términos económicos y convendrá seleccionar las facilidades de construcción, el período de construcción de la obra más corto y la influencia de las lluvias sobre el proyecto.			

5.5 Diseño Básico

5.5.1 Carga Especificada para el Diseño del Puente

La carga especificada en el diseño dependerá de la funcionalidad del puente, frecuencia de la carga y la influencia de la misma. Para tal efecto, se determinará la carga principal, carga secundaria y carga especial.

(1) Carga principal

Cuando se procede al diseño de la estructura principal del puente, será necesario tener en cuenta que éste se utilizará indefinidamente.

- ① Peso muerto
- ② Carga dinámica
- ③ Impacto
- ④ Influencia del creep en el concreto (deformaciones)
- ⑤ Influencia del secado para adquirir la resistencia adecuada del concreto
- ⑥ Presión de la tierra
- ⑦ Presión del agua
- ⑧ Sustentación

(2) Carga secundaria

Deberá tenerse en cuenta esta carga conjuntamente con la carga principal.

- ① Carga del viento
- ② Influencia de los cambios de temperatura
- ③ Carga sísmica

(3) Cargas especiales

- ① Influencia del movimiento en los apoyos
- ② Cargas por ruptura
- ③ Cargas provocadas en el período de operación
- ④ Cargas provocadas por choques
- ⑤ Otros

(4) Peso muerto

El peso muerto equivale al peso propio del puente y de la tubería colgante. La Tabla-19 muestra un cálculo de los pesos unitarios según el tipo de material.

Tabla-19 Peso Unitario de los Materiales

Material	Peso Integral Unitario de los Materiales (kg/m ³)
Hierro, hierro colado, acero forjado	7,850
Hierro colado	7,250
Aluminio	2,800
Concreto reforzado	2,500
Concreto pretensado	2,500
Concreto sin refuerzo	2,350
Mortero de cemento	2,150
Asfalto para pavimento bituminoso	2,300
Concreto para para pavimento	2,350
Madera	800

(5) Carga dinámica

La carga dinámica equivale a un aumento del 25% de la especificación HS20-44 de la AASHTO, sumada a la carga provocada por los peatones que cruzan el puente.

(6) Carga sísmica

Para la carga sísmica (S), el factor de carga horizontal sísmico (C) se determina utilizando las Normas de Construcción de la República de Nicaragua, y la carga se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$S = C \times W \text{ (donde } W \text{ es el peso propio de la estructura)}$$

El valor (C) está determinado por tablas de la norma anterior y depende de las siguientes condiciones:

- Grado de la obra : A (gran calidad)
- Tipo de estructura : Tipo 3
- Grupo : I (estructuras públicas importantes)
- Intensidad sísmica según la división por zonas : 2, 3, 4

Tabla-20 Factor de Carga Sísmica (C)

Puente	Puente Las Lajas	Puente Las Maderas	Puente Sébaco
División por Zona	3	4	2
Factor (C)	0.220	0.252	0.115

5.5.2 Diseño de la Superestructura

(1) Dimensiones del puente

El tipo de superestructura y dimensiones de los puentes para los que se hace el diseño básico son los siguientes.

Tabla-21 Dimensiones del Puente

Nombre del puente	Puente Las Lajas	Puente Las Maderas	Puente Sébaco
Tipo de superestructura	Puente de cercha simple	Puente de vigas T simples de CP	Puente de vigas T simples de CP
Longitud del puente	50.00 m	40.00 m	40.00 m
Longitud del cruce	48.80 m	39.00 m	39.00 m
Ancho total	9.70 m	11.40 m	13.40 m
Ancho de calzada	7.90 m	7.90 m	7.90 m
Ancho peatonal	0.65 m × 2	1.50 m × 2	2.50 m × 2

(2) Puente de cercha simple (Puente Las Lajas)

El tipo de puente de vigas de celosía de Las Lajas es el más simple en términos de instalación. El aspecto exterior también es muy aceptable ya que se utilizarán cerchas del tipo Warren. La altura de la estructura de la cercha es un $1/7$ ($= 7.0$ m) de la longitud de cruce, considerado como el más económico de cercha simples; el ancho del puente de celosía, que toma en cuenta los 25 cm de ancho necesarios para repintar, es de 10.5 m (ancho total de 9.7 m + 0.25 m × 2 + ancho de barra 0.30 m). El número de cerchas es de siete (7), siendo el más apropiado; la longitud de cada cercha es de 8.15 m.

A continuación se enumeran los demás detalles.

- ① El hierro principal será de $f_y = 50$ kgf/mm².
- ② El contraventeamiento del portal tiene un límite sobre la altura de la carretera de 4.25 m, a lo que se debe agregar la recapamiento del pavimento (5.0 cm) y la pasarela de apoyo para los mantenimientos de pintura (50 cm), por lo que la altura total será de 4.8 m.
- ③ El apoyo es de acero y con el objeto de libre de mantenimiento, se le dará un cromado de gran resistencia a la intemperie.

- ④ Debido al gran volumen del tráfico, se colocarán juntas de expansión del tipo apoyo de caucho, las cuales prácticamente no requieren de mantenimiento.
- ⑤ Se empleará la misma barranda de acero que la empleada en el puente existente.
- ⑥ Se utilizará pavimentación asfáltica con un espesor de 50 mm.

La Figura-8 muestra la superestructura del puente de cercha de acero simple para el Puente Las Lajas.

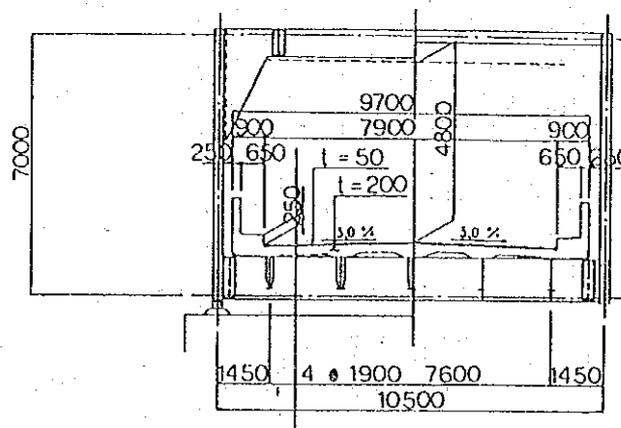


Figura-8 Sección Transversal de la Superestructura (Vigas de Celosía Tipo Warren)

(3) Puente de vigas T simples de CP (Puente Las Maderas, Puente Sébaco)

Para la sección de la viga principal en el caso de las vigas T simples de CP se utilizarán las normas de diseño del Japón. El ancho del cordón será de 1.50 m y el espesor de 20 cm. Se diseñará la altura de la viga para que sea de un 1/18 (2.10 m) de la longitud del cruce. La viga lateral intermedia deberá tener una distancia menor de 10 m, para lo que se instalarán tres unidades. A continuación se enumera la información más detalladamente.

- ① La viga principal de acero pretensado utilizará cables de 12.4 mm, compuesta por cinco (5) 12S12.4.
- ② Para pretensar la losa se colocarán siete (7) cables de acero pretensado de diámetro 12 mm, colocándose a intervalos de 60 cm.

- ④ Cuando la capa de apoyo sea de roca o grava mezclada con canto, deberá colocarse una capa de concreto de 20 cm.
- ⑤ Se utilizarán materiales que se puedan obtener localmente para el relleno detrás del estribo.

La Tabla-22 muestra el tipo y dimensiones de la infraestructura antes mencionada.

Tabla-22 Tipo y Dimensiones de la Infraestructura

Puente	Tipo	Altura estructural (m)		Tipo de apoyo
		Ribera izquierda (A1)	Ribera derecha (A2)	
Las Lajas	Base en T invertida	14.000	8.500	Apoyo directo
Las Maderas	Base en T invertida	12.500	12.500	Apoyo directo
Sébaco	Base en T invertida	12.500	12.500	Apoyo directo

5.5.4 Protección de la Ribera

Los ríos que circulan debajo de los puentes Las Maderas y Sébaco arrastran rocas y troncos por lo que las riberas se erosionan fácilmente. Para proteger los estribos del puente será necesario proteger también la ribera. La longitud de las instalaciones para proteger la ribera deberá estar dentro del rango del derecho de vía (20 m a cada lado del centro de la carretera), utilizándose mampostería para la construcción del muro, ya que es el material más accesible en la localidad.

El puente Las Lajas está ubicado cerca de la desembocadura del Lago Nicaragua, por lo que los efectos de la corriente de agua no son de peligro y por consiguiente, no es necesario proteger la ribera.

5.5.5 Carretera de Acceso

En el caso del Puente Las Lajas, el puente nuevo se construirá río abajo con respecto al puente actual, siendo necesario construir una carretera de acceso. Debido a que la carretera utilizada actualmente tiene una forma de S, se modificará la curvatura en las cercanías y se construirá la carretera para dar acceso con una forma similar a la existente. La longitud de la carretera de acceso será de 836 m.

En el caso del Puente Las Maderas, la altura proyectada es un 1.0 m mayor que la del puente actual, siendo necesaria la implementación de una rampa de acceso al puente para mejorar la alineación vertical. Esta rampa tendrá una longitud de 160 m.