

2-2-2-3 Plan Básico del Puente Ocongua

(1) Plan general

Tabla 17 Perfil del proyecto del Puente Ocongua

Parámetros	Atributos	Descripción / cuantificación	Notas
Alcance del Proyecto		1) Diseño y construcción del Puente Ocongua 2) Construcción de los caminos de acceso y protección de las orillas	
Alineamiento	Planta	Lineal	
	Sección longitudinal	Pendiente longitudinal del puente = 0.61%	
Estructura, contenido	Puente nuevo	Longitud del puente $L = 3@21.667 = 65.0\text{m}$ Ancho total $W = 9.7\text{ m}$ Ángulo $\theta = 0^\circ$ (puente recto) Superficie del puente $A = 630.5\text{m}^2$ Tipo de superestructura = Puente de viga T postensada PC de tres tramos Montaje de la superestructura = Montaje utilizando la viga de erección Estribos = T invertida (dos): altura = 7.5m, 13.0m Pilares = dos pilares tipo muro: altura = 12.8m Base = Cimentación directa Pavimento de la superficie = 520.0m ² Pavimento asfáltico caliente (t = 5.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica
	Caminos de acceso	Ancho total = 9.7m Longitud total: detrás del estribo A1 = 8.0m, detrás del estribo A2 = 14.4 m Calzada = Pavimento asfáltico semicaliente (t = 5.0cm))) Hombros = Pavimento asfáltico simple (t = 3.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica Guía de pavimentación asfáltica simple.
	Losa de aproximación	Ancho total = 8.0m Longitud = 5.0m	
	Protección de orillas	Ubicación = Taludes alrededor de los estribos Estructura = Mampostería Ninguna	

Tabla 18 Volumen estimado de obras del Puente Ocongua

Obras	Descripción	Unidad	Vol. estimado	Nota	
Puente nuevo	Concreto (40 N/mm ²)	m ³	266.1		
	Ídem - (30 N/mm ²)	m ³	69.6		
	Ídem - (24 N/mm ²)	m ³	32.2		
	Trabajo de encofrado	m ²	1,979.4		
	Cables y barras de acero para PC	ton	9.93		
	Hierro de refuerzo	ton	39.0		
	Pavimento de la superficie del puente (asfalto caliente)	m ²	520.0	t=50mm	
	Baranda	m	65.0	Baranda de acero	
	Subestructura	Excavación para la cimentación	m ³	9,208	
		Concreto para el cuerpo estructural (24 N/mm ²)	m ³	796	
		Trabajo de encofrado para el cuerpo estructural	m ²	981	
Hierro de refuerzo		ton	79.6		
Relleno		m ³	8,516		
Caminos de acceso	Terraplén	m ³	0.0		
	Subbase (capa inferior y superior)	m ²	270.1		
	Losa de aproximación (concreto)	m ³	36.0		
	Pavimentación asfáltica (caliente)	m ²	255.1		

(2) Plan de construcción de obras (puentes, caminos de acceso y protección de las orillas)

- a) Nivel de agua de diseño, altura de tolerancia debajo de la viga y altura de diseño de la superficie del puente

En la Tabla 8 se indica la altura de tolerancia debajo de la viga determinada por el nivel de agua de inundación de diseño y el caudal de inundación de diseño respecto a la longitud del puente establecida por el ancho del río en el lugar de construcción del puente y el lugar adecuado para la construcción de estribos, etc., que se menciona en el siguiente inciso. Este puente será el que sustituya al puente actual en el mismo lugar, por lo que la altura de diseño de la superficie del puente es la misma que la del existente.

- b) Ubicación de los estribos y longitud del puente

1) Estribo A1 (margen izquierda)

El estribo A1 de la margen izquierda será construido detrás del estribo A1 del puente actual.

La sección del río en las cercanías del puente presenta una figura de río tallado, discurriendo por el fondo de un valle cortado en la meseta y presentando un nivel de terreno uniforme en los alrededores y más alto que el lecho del río. En el estribo A1 del puente actual no se ha detectado arrastre del lecho ni otros daños a causa de las inundaciones; asimismo, la ruta del río en las cercanías del puente, aguas arriba y abajo, presenta una forma aerodinámica suave, casi recta y relativamente estable, razón por la cual dicho estribo será construido ajustándose según la forma lineal del muro de protección de la orilla.

* Ubicación del estribo A1: 0+168

2) Estribo A2 (margen derecha)

Ya que el ancho del río necesario es de 44m según los cálculos hidrológicos, la longitud del puente será de 65m teniendo en cuenta la altura de tolerancia y el ancho del puente. Por lo tanto, el estribo de la orilla derecha será construido detrás del estribo existente.

* Ubicación del estribo A2: 0+233

Longitudinalmente se determina conforme a la conexión con el camino existente y en este caso la altura de tolerancia debajo de la viga será de unos 3.24m aproximadamente, cubriendo suficientemente la altura necesaria de 1.0m determinada por el caudal del río.

- c) Ancho del puente

Véase la Tabla 17.

- d) Determinación del número de tramos

El número de tramos dependerá de la longitud normal de la luz calculada por el caudal de inundación de diseño (referirse a la Figura 6). Por consiguiente, siendo la longitud normal de la luz $\geq 20\text{m}$ en el caso de este puente, corresponderá a un puente de tres tramos o bien de dos tramos, una longitud de unos 21.6m o de 32.4m respectivamente.

- e) Selección del tipo de superestructura

De acuerdo con la longitud actual de los tramos ($19.59+24.34+19.59=63.52\text{m}$) y el caudal de inundación de diseño ($Q=610\text{m}^3/\text{s}$), la longitud del puente nuevo será $\geq 20\text{m}$. Como

superestructura susceptible de acomodarse a dicha longitud, se han presentado las cuatro opciones abajo indicadas y luego se ha realizado un análisis comparativo de las mismas.

- Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de tres tramos ($L=3@21.6m=64.8m$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de tres tramos ($L=3@21.6m=64.8m$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 3: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos ($L=2@32.4m=64.8m$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 4: Puente de vigas continuas de acero de dos tramos ($L=2@32.4m=64.8m$) (montaje utilizando el método de la grúa acodada)

Como consecuencia del análisis comparativo, la primera opción, “puente de viga T postensada de PC con tres tramos”, se muestra más ventajosa desde el punto de vista de los resultados obtenidos en Nicaragua, tomando en cuenta factores como economía, facilidad de mantenimiento, trabajabilidad, posibilidad de transferencia tecnológica, etc.

f) Selección del tipo de estribos y pilares

1) Ubicación de las bases de los estribos

La posición de la cimentación del estribo A1 será más profunda que la altura del suelo supuesta, de manera que quede ubicada dentro de la capa de grava (capa de soporte). La posición de la cimentación del estribo A2 será más profunda que la altura del suelo supuesta, de manera que quede dentro de la capa de limo sólido (capa de soporte).

2) Tipo de estribos

De acuerdo con la posición de la cimentación determinada en el inciso anterior y la altura de diseño de la calzada, los estribos tendrán las siguientes alturas:

- Estribo A1: $H = 7.5m$
- Estribo A2: $H = 13.0m$

La relación establecida en Japón entre la altura del estribo y el tipo de estribo aplicable determina que ambos estribos A1 y A2 deberán ser del tipo T invertida por las alturas arriba indicadas, según la tabla de selección de la subestructura mostrada en la Tabla 12.

3) Ubicación de la base de los pilares

Según el resultado del estudio geológico, en los alrededores de los pilares P1 y P2 se encuentra una roca de base a una profundidad aproximada de unos 8.0m desde el lecho y por encima de dicha base se ubica una capa de arcilla sólida (esquisto de barro), la cual será utilizada como capa de soporte. Así mismo, teniendo en cuenta el arrastre del lecho, la cimentación se construirá a una profundidad superior a 2m como mínimo desde el lecho más profundo. Por consiguiente, las alturas de colocación de los pilares quedarán como sigue:

- Pilar P1 de la margen izquierda = 28.455m
- Pilar P2 de la margen derecha = 28.579m

Tabla 19 Análisis comparativo de diferentes opciones para el Puente Ocongua

Opciones	Descripción
<p>Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de tres tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. El patín superior puede ser utilizado como losa de piso, por lo que se puede acortar el período de construcción de la obra previsto para la construcción de dicha losa in situ. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. Resulta más ventajoso en cuanto al período de construcción in situ. Se aplica el montaje utilizando la viga de erección. Es posible fabricar la superestructura y subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. En cuanto al aspecto económico es la más ventajosa dentro de las cuatro opciones.
<p>Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de tres tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. Las losas de piso serán elaboradas in situ, por lo que el período de construcción de la obra correspondiente será más largo que en la opción 1. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. Es posible fabricar la superestructura y subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. En cuanto al aspecto económico, muestra su superioridad, al igual que la opción 1.
<p>Opción 3: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. Los pilares serán construidos en el centro del río, resultando en obstrucciones a la corriente de agua. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. En cuanto al período de construcción de la obra in situ, ocupa una posición intermedia. Es posible fabricar la superestructura y subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente.
<p>Opción 4: Puente de vigas continuas de acero de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la cooperación de los Estados Unidos y de otros países. El peso de la superestructura es el más ligero entre las cuatro opciones, siendo muy resistente a sismos; sin embargo, por tratarse de un puente de metal el costo es alto. Los pilares serán construidos en el centro del río, por lo que se obstruye el flujo de la corriente de agua. Comparándolo con otras opciones, el período de construcción de la obra in situ será más corto. Se aplicará el montaje por grúa acodada. Existen costos de mantenimiento (para el pintado). En muchos de los casos no se realiza el mantenimiento necesario por la falta de presupuesto de la parte nicaragüense. Las vigas de acero serán fabricadas en Japón o en un tercer país. Tratándose de un puente de metal, el costo de construcción es alto además del costo de mantenimiento, por lo que muestra su inferioridad en cuanto al aspecto económico.

Nota : N.N.A. – Normal Nivel de Agua

4) Tipo de pilares

El pilar es bastante alto, de unos 13m. Asimismo, tratándose de un pilar dentro del río, se utilizará el pilar de tipo muro, tomando como referencia la tabla de selección de la subestructura indicada en la Tabla 12. La forma de la sección será ovalada para minimizar en lo posible la influencia de los remolinos, presión del agua de la corriente, troncos y ramas flotantes, etc.

g) Selección del tipo de cimentación

1) Estribos

Se ha realizado un estudio de suelos en los siguientes tres puntos: parte trasera del estribo A1 (SO-5), parte trasera del estribo A2 (SO-1) y parte frontal del mismo (SO-4) en el puente existente. El suelo en el punto SO-5 está compuesto de grava, grava arenosa, roca de base, etc. El estribo A1 se construirá dentro de la capa de soporte (capa de grava) ubicada por encima de la roca de base con un valor N superior a 50, siendo del tipo de cimiento directo. En cuanto a los puntos SO-1 y SO-4, el suelo consiste de tierra arenosa, limo, arcilla sólida (esquisto de barro), roca de base, etc., por lo que el estribo A2 se construirá dentro de la capa de soporte (capa de esquisto de barro) cuyo valor N es superior a 35, siendo del tipo de cimiento directo.

2) Pilares

Se ha realizado un estudio de suelos en los siguientes dos puntos: P1 (SO-3) y P2 (SO-2) que coinciden con la ubicación de los pilares del puente existente. El suelo en dichos puntos está compuesto de tierra arenosa, limo, arcilla sólida (esquisto de barro), roca de base, etc. y los dos pilares, P1 y P2, se construirán dentro de la capa de soporte (capa de esquisto de barro) con valor N superior a 50, siendo del tipo de cimiento directo.

h) Altura debajo de la viga

Tal como se ha indicado en el inciso a) “Nivel de agua de diseño”, la altura de diseño de este puente se determina por la conexión con los caminos de aproximación ubicados antes y después del puente. Existen 3.2m de espacio por debajo de la viga, por lo que la altura de tolerancia necesaria de 1.0m está suficientemente asegurada.

i) División de responsabilidades

De acuerdo con el lineamiento sobre el diseño indicado en la sección 2-2-2-1, el alcance de la construcción de los caminos que se conectarán con este puente abarcará el ámbito de la excavación para los estribos y las obras de protección (10m) en ambas orillas.

En cuanto a la calzada arriba indicada, de acuerdo con las directrices japonesas, se construirá una losa de aproximación de 5m de largo (40cm de espesor) en la parte trasera del estribo, para pavimentar con concreto asfáltico sólo la capa superior de dicha losa y del puente. Las demás partes serán asfaltadas desde la base.

2-2-2-4 Plan Básico del Puente Quinama

(1) Plan general

Considerando la planificación del trabajo de construcción de los cuatro puentes, así como el cambio en el alineamiento de los caminos de acceso con el fin de no tener problemas, para el caso del Puente Quinama se tiene planificado construir el nuevo puente a 19m aguas arriba del puente existente. Paralelamente a la carretera existente, se planificó la construcción de nuevos caminos de acceso en cada lado del Puente Quinama, los cuales tienen una longitud aproximada de 220m. Asimismo, se determinaron los alineamientos longitudinal y vertical de estos caminos de acceso.

Tabla 20 Perfil del proyecto del Puente Quinama

Parámetros	Atributos	Descripción / cuantificación	Notas
Alcance del Proyecto		1) Diseño y construcción del Puente Quinama 2) Construcción de los caminos de acceso y protección de las orillas	
Alineamiento	Planta	Lineal	
	Sección longitudinal	Pendiente longitudinal del puente = 1.75%	
Estructura, contenido	Puente nuevo	Longitud del puente $L = 2@19.5 = 39.0\text{m}$ Ancho total $W = 9.7\text{m}$ Ángulo $\theta = 0^\circ$ (puente recto) Superficie del puente $A = 378.3\text{m}^2$ Tipo de superestructura = Puente de viga T postensada de PC de dos tramos Montaje de la superestructura = Montaje utilizando la viga de erección Estribo = dos estribos en T invertida: altura = 9.4m, 8.3m Pilar = 1 pilar tipo muro: altura = 8.4m Base = Cimentación directa Pavimento de la superficie = 312.0m ² Pavimento asfáltico semicaliente (t = 5.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica
	Caminos de acceso	Ancho total = 9.7m Longitud total: detrás del estribo A1 = 228.0m detrás del estribo A2 = 227.3m Calzada = Pavimento asfáltico semicaliente (t = 5.0cm) Hombros = Pavimento asfáltico simple (t = 3.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica Guía de pavimentación asfáltica simple.
	Losa de aproximación	Ancho total = 8.0m Longitud = 5.0m	
	Protección de las orillas	Ubicación = Taludes alrededor de los estribos Estructura = Gaviónes	

(2) Plan de construcción de obras (puentes, caminos de acceso y protección de las orillas)

- a) Nivel de agua de diseño, altura de tolerancia debajo de la viga y altura de diseño de la superficie del puente

En la Tabla 8 se indica la altura de tolerancia debajo de la viga, determinada por el nivel de agua de inundación de diseño y el caudal de inundación de diseño, respecto a la longitud del puente establecida por el ancho del río en el lugar de construcción del puente y el lugar adecuado para la construcción de estribos, etc., que se menciona en el siguiente inciso. Aunque la ubicación de la construcción del puente nuevo está unos 19m aproximadamente aguas arriba del puente existente, la altura de diseño de la superficie del puente es casi la misma que la del puente existente.

Tabla 21 Volumen estimado de obras del Puente Quinama

Obras		Descripción	Unidad	Vol. estimado	Nota
Puente nuevo	Superestructura	Concreto (40 N/mm ²)	m ³	153.0	
		Ídem - (30 N/mm ²)	m ³	40.0	
		Ídem - (24 N/mm ²)	m ³	19.3	
		Trabajo de encofrado	m ²	1,158.2	
		Cables y barras de acero para PC	ton	6.0	
		Hierro de refuerzo	ton	22.1	
		Pavimento de la superficie del puente (asfalto caliente)	m ²	312.0	t=50mm
		Baranda	m	39.0	Baranda de acero
	Subestructura	Excavación para la cimentación	m ³	1,852	
		Concreto para el cuerpo estructural (24 N/mm ²)	m ³	491	
		Trabajo de encofrado para el cuerpo estructural	m ²	704	
		Hierro de refuerzo	ton	49.1	
		Relleno	m ³	1,443	
Caminos de acceso	Terraplén	m ³	3,722		
	Trabajos de Corte	m ²	3,820		
	Subbase (capa superior e inferior)	m ³	2,848		
	Losa de aproximación (concreto)	m ²	32.0		
	Pavimentación asfáltica (caliente)	m ²	2,240.0		
Protección de las orillas	Gavión	m ³	420.0		

b) Ubicación de los estribos y longitud del puente

1) Estribo A1 (margen izquierda)

El estribo A1 de la margen izquierda será construido en una posición aproximada a 19m aguas arriba del estribo A1 del puente actual.

La sección del río en las cercanías del puente presenta una figura de río tallado, discurriendo por el fondo de un valle cortado en la meseta y presentando un nivel de terreno uniforme en los alrededores y más alto que el lecho del río. En el estribo A1 del puente actual no se ha detectado arrastre del lecho ni otros daños a causa de las inundaciones; asimismo, la ruta del río en las cercanías del puente, aguas arriba y abajo, presenta una forma aerodinámica suave y relativamente estable, razón por la cual dicho estribo será construido ajustándose según la forma lineal del muro de protección de la orilla.

* Ubicación del estribo A1: 0+228.5

2) Estribo A2 (margen derecha)

Ya que el ancho del río necesario es de 37m según los cálculos hidrológicos, la longitud del puente será de 39m teniendo en cuenta la altura de tolerancia y el ancho del puente. El estribo A2 de la margen izquierda será construido en una posición aproximada a 19m aguas arriba del estribo A2 del puente actual.

* Ubicación del estribo A2 0+267.5

Longitudinalmente se determina conforme a la conexión con el camino existente y en este caso, la altura de tolerancia debajo de la viga será de unos 1.5m aproximadamente, cubriendo

suficientemente la altura necesaria de 0.8m determinada por el caudal del río.

c) Ancho del puente

Véase la Tabla 20.

d) Determinación del número de tramos

El número de tramos dependerá de la longitud normal de la luz calculada por el caudal de inundación de diseño (referirse a la Figura 6).

Por consiguiente, siendo la longitud normal de la luz $\geq 12.5\text{m}$ en el caso de este puente, corresponderá a un puente de dos tramos o bien de un tramo, con dos tramos de 19.5m de luz y un tramo de 39.0m de luz respectivamente.

e) Selección del tipo de superestructura

De acuerdo con la longitud actual del tramo ($19.12+19.12=38.24\text{m}$) y el caudal de inundación de diseño ($Q=400\text{m}^3/\text{s}$), la longitud del puente nuevo será $\geq 19.12\text{m}$. Como superestructura susceptible de acomodarse a dicha longitud, se han presentado las cuatro opciones abajo indicadas y luego se ha realizado un análisis comparativo de las mismas.

- Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos ($L=2@19.5\text{m}=39.0\text{m}$)
- Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de dos tramos ($L=2@19.5\text{m}=39.0\text{m}$)
- Opción 3: Puente de viga T postensada simple de PC ($L=39.0\text{m}$)
- Opción 4: Puente de viga compuesta simple de acero ($L=39.0\text{m}$)

Como consecuencia del análisis comparativo, la primera opción, “puente de viga T postensada de PC de dos tramos”, se muestra más ventajosa desde el punto de vista de los resultados obtenidos en Nicaragua, tomando en cuenta factores como economía, facilidad de mantenimiento, trabajabilidad, posibilidad de transferencia tecnológica, etc.

f) Selección del tipo de estribos y pilares

1) Ubicación de las bases de los estribos

La posición de la cimentación para los estribos A1 y A2 será más profunda que la profundidad máxima del lecho del río (252.62m) y se construirá dentro de la capa de roca (capa de soporte).

2) Tipo de estribos

De acuerdo con la posición de la base determinada en el inciso anterior y la altura de diseño de la calzada, los estribos tendrán las siguientes alturas:

- Estribo A1: $H = 9.4\text{m}$
- Estribo A2: $H = 8.3\text{m}$

La relación establecida en Japón entre la altura del estribo y el tipo de estribo aplicable determina que ambos estribos A1 y A2 deberán ser del tipo T invertida por las alturas arriba indicadas, según la tabla de selección de la subestructura mostrada en la Tabla 12.

Tabla 22 Análisis comparativo de diferentes opciones para el Puente Quinama

Opciones	Descripción
<p>Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. • Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. • El patín superior puede ser utilizado como losa de piso, por lo que se puede acortar el período de obra previsto para el trabajo de dicha losa in situ. • Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. • Resulta más ventajoso en cuanto al período de construcción de la obra in situ. • Se aplica el montaje utilizando la viga de erección. • Es posible fabricar la superestructura y subestructura en Nicaragua sin problemas. • Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. • Es la opción más ventajosa en cuanto al aspecto económico.
<p>Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. • Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. • Las losas de piso serán elaboradas in situ, por lo que el período de construcción de la obra correspondiente será más largo que en la opción 1. • Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. • Es posible fabricar la superestructura y la subestructura en Nicaragua sin problemas. • Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. • En cuanto al aspecto económico, muestra su superioridad, al igual que la opción 1.
<p>Opción 3: Puente de viga T postensada simple de PC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. • Las vigas principales serán fabricadas en forma de bloques detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. • El puente al no tener pilares, es la mejor opción en cuanto al período de construcción de las obras. • Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. • No hay construcción de pilares, por lo que el período de construcción de dicha obra in situ resulta más ventajoso dentro de las cuatro opciones. • Es posible fabricar la superestructura y la subestructura en Nicaragua sin problemas. • Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. • En cuanto al aspecto económico, es la peor comparada con las opciones 1 y 2.
<p>Opción 4: Puente de viga compuesta simple de acero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la cooperación de los Estados Unidos y de otros países. • El peso de la superestructura es el más ligero entre las cuatro opciones, siendo muy resistente a sismos; sin embargo, por tratarse de un puente de metal el costo es alto. • El puente no cuenta con pilares, por lo que esta opción es la mejor en cuanto a obstrucciones a la corriente de agua. • El período de construcción de la obra in situ será el más corto después de la opción 3. • Se aplicará el montaje por grúa acodada. • Existen costos de mantenimiento (para el pintado). En muchos de los casos no se realiza el mantenimiento necesario por la falta de presupuesto de la parte nicaragüense. • Las vigas de acero serán fabricadas en Japón o en un tercer país. • Tratándose de un puente de metal, el costo de construcción es alto, además del costo de mantenimiento, por lo que muestra su inferioridad en cuanto al aspecto económico.

Nota : N.N.A. – Normal Nivel de Agua

3) Ubicación de la base de los pilares

Según el resultado del estudio de suelos, en los alrededores del pilar P1 se encuentra una roca de base a una profundidad aproximada de 0.4m desde el lecho más profundo (252.62m), la cual será utilizada como capa de soporte. Asimismo, teniendo en cuenta el arrastre del lecho, el extremo superior de la cimentación se quedará por debajo de la roca de base, por lo que la altura de la base del pilar es la siguiente:

- Pilar P1 = 250.064m

4) Tipo de pilares

El pilar es bastante alto, de unos 8.4m. Asimismo, tratándose de un pilar construido dentro del río, se utilizará el pilar de tipo muro, tomando como referencia la tabla de selección de la subestructura indicada en la Tabla 12. La forma de la sección será ovalada para minimizar en lo posible la influencia de los remolinos, presión del agua de la corriente, troncos y ramas flotantes, etc.

g) Selección del tipo de cimentación

1) Estribos

Se ha realizado un estudio de suelos en los siguientes dos puntos: parte trasera del estribo A1 (SQ-2) y parte intermedia entre el pilar P1 y el estribo A2 (SQ-1). El suelo en el punto SQ-2 está compuesto de grava, limo, roca de base, etc. El estribo A1 será construido dentro de la roca de base ubicada a una profundidad de unos 9m desde la superficie del suelo, siendo del tipo de cimiento directo. En cuanto al punto SQ-1, el suelo consiste de grava, grava arenosa, roca de base, etc., por lo que el estribo A2 será construido dentro de la roca de base ubicada a una profundidad de unos 8m desde la superficie del suelo, siendo del tipo de cimiento directo.

2) Pilares

Se ha realizado un estudio de suelos en un lugar ubicado entre el pilar P1 y el estribo A2 (SQ-1) del puente existente. El suelo de dicho lugar está compuesto de grava, grava arenosa, roca de base, etc. y el pilar P1 se construirá dentro de la roca de base ubicada a una profundidad de unos 2m desde la superficie del suelo actual, siendo del tipo de cimiento directo.

h) Altura debajo de la viga

Tal como se ha indicado en el inciso a) “Nivel de agua de diseño”, la altura de diseño de este puente se determina por la conexión con los caminos de aproximación ubicados antes y después del puente. Existen 1.5m de espacio por debajo de la viga, por lo que la altura de tolerancia necesaria de 0.8m está suficientemente asegurada.

i) División de responsabilidades

De acuerdo con el lineamiento sobre el diseño indicado en la sección 2-2-2-1, el alcance de la construcción de los caminos de acceso comprende 228m y 227m contados desde la parte trasera de los estribos hacia los lados de Managua y El Rama, respectivamente.

En cuanto a la superficie de los caminos arriba indicados, de acuerdo con las directrices japonesas, se construirá una losa de aproximación de 5m de largo (40cm de espesor) en la parte trasera del estribo, pavimentando con concreto asfáltico sólo la capa superior de dicha losa y del

puede. Las demás partes serán asfaltadas desde la base.

j) Obras de protección de las orillas y de los estribos

Con el objeto de proteger las orillas del río y los estribos, se construirán muros de protección en las orillas colocando gaviones aguas arriba y abajo del puente, y en la parte frontal de los estribos.

2-2-2-5 Plan Básico del Puente Muhan

(1) Plan general

Tabla 23 Perfil del proyecto del Puente Muhan

Parámetros	Atributos	Descripción / cuantificación	Notas
Alcance del Proyecto		1) Diseño y construcción del Puente Muhan 2) Construcción de los caminos de acceso	
Alineamiento	Planta	Lineal	
	Sección longitudinal	Pendiente longitudinal del puente = 0.48%	
Estructura, contenido	Puente nuevo	Longitud del puente $L = 3@21.667 = 65.0m$ Ancho total $W = 9.7m$ Ángulo $\theta = 75^\circ$ (puente inclinado) Superficie del puente $A = 630.5m^2$ Tipo de superestructura = Puente de viga T postensada de PC de tres tramos Montaje de la superestructura = Montaje utilizando la viga de erección Estribos = dos estribos tipo T invertida: altura = 5.5m, 7.5m Pilares = dos pilares tipo muro: altura = 11.0m Base = Cimentación directa Pavimento de la superficie = $520.0 m^2$ Pavimento asfáltico semicaliente (t = 5.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica
	Caminos de acceso	Ancho total = 9.7m Longitud total: detrás del estribo A1 = 7.8m detrás del estribo A2= 8.1m Calzada = Pavimento asfáltico semicaliente (t = 5.0cm)) Hombros = Pavimento asfáltico simple (t = 3.0cm)	Guía de pavimentación asfáltica Guía de pavimentación asfáltica simple.
	Losa de aproximación	Ancho total = 8.0m Longitud = 5m	
	Protección de las orillas	Ninguna	

(2) Plan de construcción de obras (puentes, caminos de acceso y protección de las orillas)

a) Nivel de agua de diseño, altura de tolerancia debajo de la viga y altura de diseño de la superficie del puente

En la Tabla 8 se indica la altura de tolerancia debajo de la viga determinada por el nivel de agua de inundación de diseño y el caudal de inundación de diseño, respecto a la longitud del puente establecida por el ancho del río en el lugar de construcción del puente y el lugar adecuado para la instalación de estribos, etc., que se menciona en el siguiente inciso. Este puente será el que sustituya al puente actual en el mismo lugar, por lo que la altura de diseño de la superficie del puente es la misma que la del existente.

Tabla 24 Volumen estimado de obras del Puente Muhan

Obras		Descripción	Unidad	Vol. estimado	Nota
Puente nuevo	Superestructura	Concreto (40 N/mm ²)	m ³	266.1	
		Ídem - (30 N/mm ²)	m ³	70.8	
		Ídem - (24 N/mm ²)	m ³	32.2	
		Trabajo de encofrado	m ²	1984.6	
		Cables y barras de acero para PC	ton	10.0	
		Hierro de refuerzo	ton	39.2	
		Pavimento de la superficie (asfalto caliente)	m ²	520.0	t=50mm
		Baranda	m	65.0	Baranda de acero
	Subestructura	Excavación para la cimentación	m ³	1,795	
		Concreto para el cuerpo estructural (24 N/mm ²)	m ³	443	
		Trabajo de encofrado para el cuerpo estructural	m ²	654	
		Hierro de refuerzo	ton	44.3	
		Relleno	m ³	1,466	
	Camino de acceso	Terraplén	m ³	0.0	
Subbase (capa superior e inferior)		m ²	127.7		
Losa de aproximación (concreto)		m ³	36.0		
Pavimentación asfáltica (caliente)		m ²	120.6		

b) Ubicación de los estribos y longitud del puente

1) Estribo A1 (margen izquierda)

El estribo A1 de la margen izquierda será construido detrás del estribo A1 del puente actual.

En el estribo A1 del puente actual no se ha detectado arrastre del lecho ni otros daños a causa de las inundaciones; asimismo, la ruta del río en las cercanías del puente, aguas arriba y abajo, tiene una forma aerodinámica suave, casi recta y relativamente estable, razón por la cual dicho estribo será construido ajustándose a la forma lineal del muro de protección de la orilla.

* Ubicación del estribo A1: 0+163.5

2) Estribo A2 (margen derecha)

Ya que el ancho del río necesario es de 51m según los cálculos hidrológicos, la longitud del puente será de 65m, teniendo en cuenta la altura de tolerancia y el ancho del puente. Por lo tanto, el estribo A2 de la orilla derecha se construirá detrás del estribo existente.

* Ubicación del estribo A2: 0+228.5

Longitudinalmente se determina conforme a la conexión con el camino existente y, en este caso, la altura de tolerancia debajo de la viga será de unos 3.2m aproximadamente, cubriendo suficientemente la altura necesaria de 1.0m determinada por el caudal del río.

c) Ancho del puente

Véase la Tabla 23.

d) Determinación del número de tramos

El número de tramos dependerá de la longitud normal de la luz calculada por el caudal de inundación de diseño (referirse a la Figura 6).

Por consiguiente, siendo la longitud normal de la luz $\geq 20\text{m}$ en el caso de este puente, corresponderá a un puente de tres tramos o bien de dos tramos, contando con luces de 21.6m (tres tramos) y luces de 32.4m (dos tramos) respectivamente.

e) Selección del tipo de superestructura

De acuerdo con la longitud actual del tramo ($19.59+24.34+19.59=63.52\text{m}$) y el caudal de inundación de diseño ($Q=650\text{m}^3/\text{s}$), la longitud del puente nuevo será $\geq 20\text{m}$. Como superestructura susceptible de acomodarse a dicha longitud, se han presentado las cuatro opciones abajo indicadas y luego se ha realizado un análisis comparativo de las mismas.

- Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de tres tramos ($L=3@21.6\text{m}=64.8\text{m}$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de tres tramos ($L=3@21.6\text{m}=64.8\text{m}$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 3: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos ($L=2@32.4\text{m}=64.8\text{m}$) (montaje utilizando la viga de erección)
- Opción 4: Puente de vigas continuas de acero de dos tramos ($L=2@32.4\text{m}=64.8\text{m}$) (montaje por el método de grúa acodada)

Como consecuencia del análisis comparativo, la primera opción, “puente de viga T postensada de PC de tres tramos”, se muestra más ventajosa desde el punto de vista de los resultados obtenidos en Nicaragua, tomando en cuenta factores como economía, facilidad de mantenimiento, trabajabilidad, posibilidad de transferencia tecnológica, etc.

f) Selección del tipo de estribos y pilares

1) Ubicación de las bases de los estribos

La posición de la cimentación para cada uno de los estribos A1 y A2 se construirá dentro de la roca de base (capa de soporte).

2) Tipo de estribos

De acuerdo con la posición de la cimentación determinada en el inciso anterior y la altura de diseño de la calzada, los estribos tendrán las siguientes alturas:

- Estribo A1: $H = 5.5\text{m}$
- Estribo A2: $H = 7.5\text{m}$

La relación establecida en Japón entre la altura del estribo y el tipo de estribo aplicable determina que ambos estribos A1 y A2 deberán ser del tipo T invertida por las alturas arriba indicadas, según la tabla de selección de la subestructura mostrada en la Tabla 12.

3) Ubicación de la base de los pilares

Según el resultado del estudio de suelos, en los alrededores de los pilares P1 y P2 se encuentra una roca de base a una profundidad aproximada de unos 2.0m desde el lecho más profundo, la cual será utilizada como capa de soporte.

Tabla 25 Análisis comparativo de diferentes opciones para el Puente Muhan

Opciones	Descripción
<p>Opción 1: Puente de viga T postensada de PC de tres tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. El patín superior puede ser utilizado como losa de piso, por lo que se puede acortar el período de construcción de la obra previsto para el trabajo de dicha losa in situ. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. Resulta más ventajoso en cuanto al período de construcción de la obra in situ. Se aplica el montaje utilizando la viga de erección. Es posible fabricar la superestructura y la subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. En cuanto al aspecto económico es la más ventajosa dentro de las cuatro opciones.
<p>Opción 2: Puente de viga compuesta postensada de PC de tres tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. Las losas de piso serán elaboradas in situ, por lo que el período de construcción de la obra correspondiente será más largo que en la opción 1. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. Es posible fabricar la superestructura y la subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. En cuanto al aspecto económico, muestra su superioridad, al igual que la opción 1.
<p>Opción 3: Puente de viga T postensada de PC de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable y otras cooperaciones. Las vigas principales serán fabricadas detrás del estribo o en un patio más cercano y luego serán transportadas. Los pilares serán construidos en el centro del río, resultando en obstrucciones al flujo de la corriente de agua. Básicamente se trata de un puente libre de mantenimiento, por lo que muestra su superioridad en el aspecto del mantenimiento. En cuanto al período de construcción de la obra in situ, ocupa una posición intermedia. Es posible fabricar la superestructura y la subestructura en Nicaragua sin problemas. Se trata de un tipo muy prometedor para su aplicación en Nicaragua, siendo posible la transferencia tecnológica correspondiente. En cuanto al aspecto económico, resulta peor que las opciones 1 y 2.
<p>Opción 4: Puente de vigas continuas de acero de dos tramos</p>	<ul style="list-style-type: none"> Existe experiencia de haber construido este tipo de puente en Nicaragua mediante la cooperación de los Estados Unidos y de otros países. El peso de la superestructura es el más ligero entre las cuatro opciones, siendo muy resistente a sismos; sin embargo, por tratarse de un puente de metal el costo es alto. Los pilares serán construidos en el centro del río, por lo que se obstruye el flujo de la corriente de agua. El período de construcción de la obra in situ será más corto comparándolo con otras opciones. Se aplicará el montaje por grúa acodada. Existen costos de mantenimiento (para el pintado). En muchos de los casos no se realiza el mantenimiento necesario por la falta de presupuesto de la parte nicaragüense. Las vigas de acero serán fabricadas en Japón o en un tercer país. Tratándose de un puente de metal, el costo de construcción es alto, además del costo de mantenimiento, por lo que muestra su inferioridad en cuanto al aspecto económico.

Nota : N.N.A. – Normal Nivel de Agua

Asimismo, teniendo en cuenta el arrastre del lecho, la cimentación se construirá a una profundidad superior a 2.0m como mínimo desde el lecho más profundo. Por consiguiente, las alturas de colocación de los pilares quedarán como sigue:

- Pilar P1 de la margen izquierda = 486.951m
- Pilar P2 de la margen derecha = 487.054m

4) Tipo de pilares

El pilar es bastante alto, de unos 11m. Asimismo, tratándose de un pilar dentro del río, se utilizará el pilar de tipo muro tomando como referencia la tabla de selección de la subestructura indicada en la Tabla 12. La forma de la sección será ovalada para minimizar en lo posible la influencia de los remolinos, presión del agua de la corriente, troncos y ramas flotantes, etc.

g) Selección del tipo de cimentación

1) Estribos

Se ha realizado un estudio de suelos en los siguientes dos puntos: parte trasera del estribo A1 (SM-3) y parte trasera del estribo A2 (SM-1) del puente existente. En cuanto al suelo del punto SM-3, se encuentra una capa de grava aproximadamente hasta 4m de profundidad desde la superficie del suelo, y por debajo de dicha capa existe una roca de base. El estribo A1 será construido dentro de la roca de base (capa de soporte), siendo del tipo de cimiento directo. En cuanto al punto SM-1, el suelo está compuesto por tierra arenosa, limo, arcilla sólida (esquisto de barro), roca de base, etc., por lo que el estribo A2 será construido dentro de la roca de base (capa de soporte) que se encuentra a unos 7m de profundidad desde la superficie del suelo, siendo del tipo de cimiento directo.

2) Pilares

Se ha realizado un estudio de suelos en una posición ubicada entre los estribos P1 y P2 del puente existente. En esta posición existen una capa de arena y otra de grava aproximadamente hasta 4m de profundidad desde la superficie del suelo y por debajo de dichas capas se encuentra una roca de base. Ambos pilares, P1 y P2, se construirán dentro de esta roca de base (capa de soporte), siendo del tipo de cimiento directo.

h) Altura debajo de la viga

Tal como se ha indicado en el inciso a) “Nivel de agua de diseño”, la altura de diseño de este puente se determina por la conexión con los caminos de aproximación ubicados antes y después del puente. Existen 3.2m de espacio por debajo de la viga, por lo que la altura de tolerancia necesaria de 1.0m está suficientemente asegurada.

i) División de responsabilidades

De acuerdo con el lineamiento sobre el diseño indicado en la sección 2-2-2-1, el alcance de la construcción de los caminos que se conectarán con este puente abarcará el ámbito de la excavación para los estribos y las obras de protección (10m) en ambas orillas.

En cuanto a la calzada arriba indicada, de acuerdo con las directrices japonesas, se construirá una losa de aproximación de 5m de largo (40cm de espesor) en la parte trasera del estribo, para pavimentar con concreto asfáltico sólo la capa superior de dicha losa y del puente. Las demás

partes serán asfaltadas desde la base.

2-2-3 Planos de Diseños Básicos

2-2-3-1 Planos de Diseño Básico del Puente Las Limas

El plano general Puente Las Limas se muestran en la Figura 7. Asimismo, en el Anexo 6 se adjuntan los planos estructurales de la superestructura y subestructura para dicho puente.

2-2-3-2 Planos de Diseño Básico del Puente Ocongua

El plano general Puente Ocongua se muestran en la Figura 8. Asimismo, en el Anexo 6 se adjuntan los planos estructurales de la superestructura y subestructura para dicho puente.

2-2-3-3 Planos de Diseño Básico del Puente Quinama

El plano general y la planta del conjunto del Puente Quinama se muestran en las Figuras 9 y 10 respectivamente. Asimismo, en el Anexo 6 se adjuntan los planos estructurales de la superestructura y subestructura para dicho puente.

2-2-3-4 Planos de Diseño Básico del Puente Muhan

El plano general Puente Muhan se muestran en la Figura 11. Asimismo, en el Anexo 6 se adjuntan los planos estructurales de la superestructura y subestructura para dicho puente.

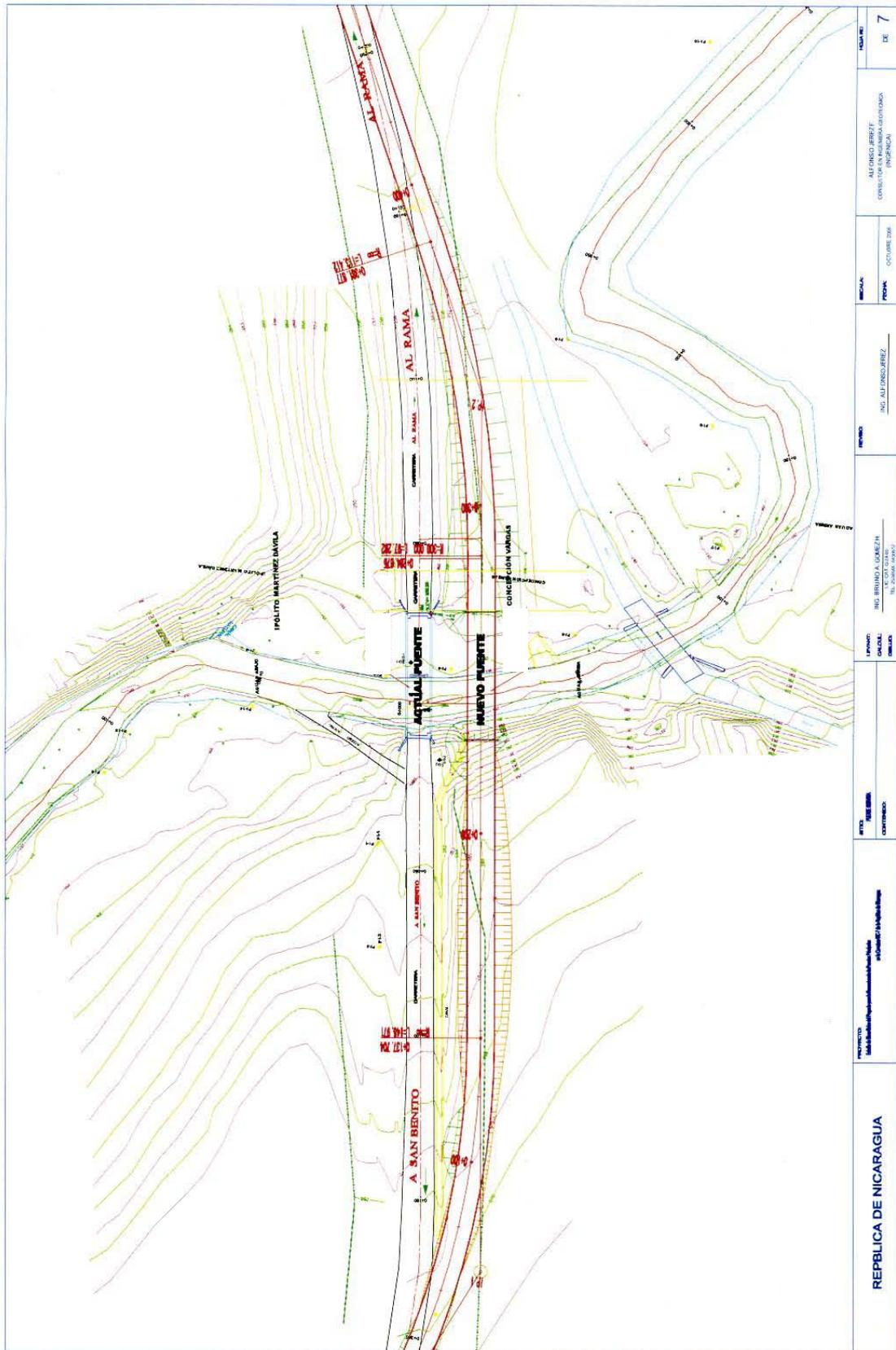


Figura 10 Planta del Conjunto del Puente Muhan

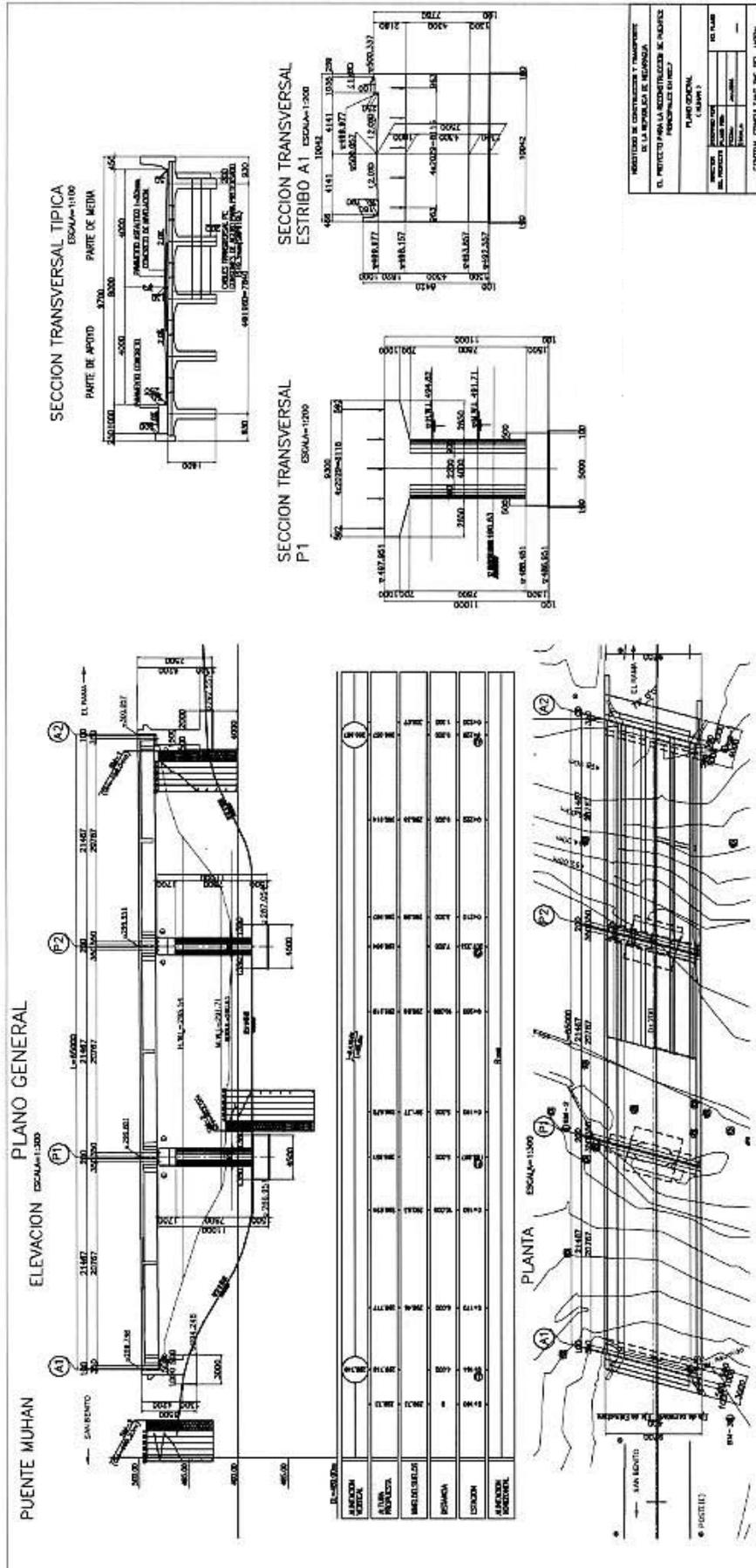


Figura 11 Plano General del Puente Muhan

2-2-4 Plan de Ejecución

2-2-4-1 Lineamientos de Ejecución

Para el presente Proyecto, suponiendo que se ejecute dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón, se han considerado los siguientes asuntos como lineamientos de ejecución.

- La zona objeto del Estudio, es una zona de Nicaragua en donde la mayoría de los pobladores que viven a lo largo de la NIC. 7 se ganan la vida con la ganadería. Por esa razón, comparándola con otras zonas, su desarrollo se encuentra atrasado, de manera que al llevar a cabo este Proyecto se contribuiría a la reactivación económica de la zona, a crear oportunidades de trabajo y a promover la transferencia tecnológica, utilizando al máximo a los profesionales, la mano de obra y los materiales locales.
- En el Plan de las Instalaciones, se ha formulado el mismo teniendo en cuenta evitar en lo posible el efecto negativo en las instalaciones y viviendas existentes; sin embargo, con relación al Puente Muhan, existe la necesidad de trasladar las viviendas ubicadas en los terrenos localizados dentro del derecho de vía de la carretera. Con relación a este asunto, la autoridad de esta zona, el Alcalde de la ciudad de Santo Tomás, ha determinado el traslado de todas las viviendas ubicadas dentro del derecho de vía de la carretera a un terreno que es propiedad del Municipio, para lo cual envió al MTI, a mediados de octubre del año 2005, una carta comprometiéndose a realizar la labor de traslado de las mismas. Sin embargo, antes del inicio de las obras, que sería en julio de 2007, se solicitará al GDN que el MTI verifique la conclusión del traslado de las viviendas como parte de las obligaciones del país receptor.
- Teniendo en cuenta las condiciones del suelo del lugar donde es difícil de preveer el tipo de suelo existente, se procederá a verificar las condiciones del mismo al llevar a cabo las obras básicas de la construcción, efectuando un control preciso en los trabajos de movimiento de tierras, nivelación y cimentación, para confirmar la ejecución de la obra.
- Considerando los cambios de forma y nivel durante la época lluviosa, se ha elegido el método de ejecución más adecuado y ejecutable, planteando un plan de ejecución realista y seguro.
- La NIC. 7, además de ser un camino de acceso para el Puerto El Rama en la costa del Atlántico, es el camino que utilizan los pobladores que moran a lo largo del mismo para sacar a comercializar sus productos ganaderos. Por consiguiente, además de plantear un proceso de trabajo en la obra de manera que no se interrumpa el flujo del tránsito durante la ejecución y que no conlleve inconveniencias, se elegirá el método de ejecución más adecuado y se tomarán las medidas necesarias para minimizar los efectos en las instalaciones actuales.
- Se propondrán los métodos y programación para llevar a cabo el mantenimiento y reparación después de concluida la obra, y como parte de ello se incluirá en este Proyecto la consolidación del aspecto intelectual (soft), tal como lo es el entrenamiento de profesionales nicaragüenses encargados del futuro mantenimiento de los puentes, mediante la transferencia tecnológica.

2-2-4-2 Asuntos a tener en cuenta con relación a la ejecución de la obra

A continuación se señalan los asuntos que deberán ser tomados en cuenta durante la ejecución del Proyecto.

(1) Garantía de seguridad durante el período de ejecución de las obras

Con la cooperación de DANIDA, el BM y el BID, se mejoró la NIC. 7 en todo el tramo desde San Benito hasta El Rama, con lo cual actualmente es posible realizar un viaje agradable. Como resultado de ello, se ha incrementado el número de vehículos que transitan a alta velocidad, originando el aumento de accidentes de tránsito.

Para la presente obra, se tiene planificado la construcción de caminos provisionales en ambas orillas del río durante la construcción de los puentes. Por lo tanto, en la entrada de la ruta existente hacia el camino provisional se colocará personal de seguridad con el fin de guiar con seguridad a los vehículos propios de la obra y no permitir el paso de vehículos ajenos a los trabajos de construcción.

Bajo esta situación, y con la finalidad de regular el tránsito, de guiar el paso de vehículos y peatones sin dificultad y de garantizar la seguridad en el sitio de la obra, se solicitará la disposición de policías de tránsito a la parte nicaragüense. Asimismo, en el contrato con la empresa constructora se estipulará la colocación de señales para seguridad del tránsito, señales de aviso de desvíos, iluminación nocturna y se hará cumplir a satisfacción con las instalaciones provisionales de seguridad del tránsito en cada uno de los lugares de paso alternativo en una parte de la pista, evitando así que ocurran accidentes de tránsito, etc.

Así mismo, para ello, durante el tiempo de ejecución de la obra, se sostendrán reuniones con la participación del gobierno y policía locales y de las empresas constructora y consultora, con el fin de discutir la toma de medidas de seguridad y reglamentar conjuntamente el paso seguro de los vehículos relacionados con la construcción, elaborando las medidas para regular el paso de vehículos en general e implementando medidas para evitar accidentes de tránsito.

(2) Realización de prácticas de mitigación de impactos ambientales durante el período de ejecución de la obra

En el MTI ya se ha realizado la Evaluación de Impacto Ambiental (de aquí en adelante denominado "EIA") de este Proyecto y se ha obtenido la autorización del MARENA para dar inicio a la obra. Dentro de esta autorización, se describe el cumplimiento de los siguientes requisitos relacionados con la mitigación de impactos ambientales durante el período de construcción.

- Mantenimiento de la condición actual de los ríos.
- Disposición de los desechos de construcción en el lugar determinado por el municipio.
- Asegurar el flujo del tránsito mediante la construcción adecuada de un desvío, el cual será cancelado después de concluida la construcción de la obra.
- Presentación del plano del desvío y del plan del movimiento de tierras al MARENA.
- Instalación adecuada de señales para evitar accidentes de tránsito.

Consecuentemente, el Consultor determinará la supervisión de los requisitos antes mencionados en las especificaciones de la obra, supervisando que la empresa constructora cumpla con dichos requisitos durante el período de construcción.

(3) Observación de los Reglamentos Laborales de Nicaragua

El presente Proyecto es un proyecto que se encuentra bajo la supervisión de Nicaragua y los reglamentos laborales que deberán aplicarse serán los de Nicaragua. De acuerdo a dichos reglamentos, el horario básico laboral es de 40 horas semanales, siendo los días laborables los cinco (5) días semanales de lunes a viernes. Si se calcula el porcentaje de días laborales, agregando a las condiciones antes mencionadas los días de lluvia que imposibilitan las labores y sumando los días festivos, se reducirán los días de trabajo. Por esta razón se deberá prolongar el período de construcción, con lo cual se incrementa indirectamente el costo de la obra. Por consiguiente, se propone un programa de trabajo que priorice las ventajas de reducción de los gastos indirectos del plazo de construcción, pagando un sueldo suplementario por laborar en días feriados (100% del sueldo normal) y considerando los sábados como día laboral para aumentar la proporción de días laborales. Por lo tanto, estas condiciones operativas serán mencionadas en el documento de licitación para que sean reflejadas realmente en el proceso de construcción de la obra.

(4) Aprovechamiento máximo de la época de sequía

El costo de construcción varía considerablemente de acuerdo a la época de ejecución cuando se instalen las tablestacas provisionales para la construcción de los pilares dentro del río. Por ello, en este Proyecto se dará énfasis a la reducción de costos mediante la instalación de tablestacas para proceder a la construcción de las obras de cimentación de los pilares, planificando la ejecución en la época de sequía. Por consiguiente, esto se mencionará claramente en los documentos de licitación de manera que a los licitantes se les transmita sin omisión dichas condiciones, y a la vez, al realizar la ejecución, se indicará a la empresa constructora trabajar al máximo durante la época de sequía.

(5) Conceder importancia al control de calidad del concreto

La obra básica de la infraestructura de este Proyecto es la construcción de las subestructuras, divididas en cimentación, ocho (8) estribos y cinco (5) pilares, así como de las superestructuras con sus vigas de concreto reforzado, por lo que se puede decir que los trabajos más importantes son los de la fundición de concreto. Por consiguiente, existe la necesidad de ejecutar la obra dándole la mayor importancia al control de calidad de los materiales a utilizar tales como los agregados, la arena, el agua, el cemento, etc. Asimismo, es muy importante el control de calidad del concreto, cumpliendo con las especificaciones y regulaciones necesarias en la planta de concreto y en el transporte, fundición y curado del mismo.

2-2-4-3 Clasificación de los trabajos durante la ejecución de las obras

A continuación se detalla un resumen de los trabajos que deberán ejecutar tanto la parte

japonesa como la contraparte nicaragüense, en caso de que este proyecto se ejecute bajo la cooperación financiera no reembolsable.

Tabla 26 Labores a ser ejecutadas por la parte japonesa y la contraparte nicaragüense

Labores a ser ejecutadas por la parte japonesa	Labores a ser ejecutadas por la contraparte nicaragüense
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del Puente Las Limas (longitud 32.0m), del Puente Ocongua (longitud 65.0m), del Puente Quinama (longitud 39.0m) y del Puente Muhan (longitud 65.0m), señalados en el Proyecto Básico como objeto de cooperación. • Construcción de los caminos de acceso al Puente Quinama. • Construcción de caminos de acceso entre los puentes nuevos y las carreteras existentes para los otros tres (3) puentes. • Construcción y demolición de instalaciones provisionales (depósito de equipo y materiales, oficina, etc.) • Considerar las medidas de seguridad de los vehículos que circulan por la zona de construcción durante el período de ejecución de las obras. • Medidas de prevención de contaminación ambiental por la construcción durante el período de ejecución de las obras. • Suministro, importación y transporte de equipo y materiales de construcción señalados en el “Plan de suministro de equipo y materiales”. Reexportación al país de origen del equipo importado. • Elaboración del diseño y plan de ejecución, documentos de licitación y contratos, asistencia en la licitación y supervisión de la ejecución de las obras señaladas en el “Plan de supervisión de la ejecución de las obras”. Incluye la supervisión del Plan de control del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expropiación de los terrenos necesarios para el Proyecto; demolición de instalaciones y viviendas que serán afectadas y traslado de los pobladores. • Suministro gratuito de terrenos para las instalaciones provisionales necesarias para el Proyecto objeto de cooperación. • Suministro sin costo alguno de dos (2) juegos de puentes Bailey propiedad del MTI a ser utilizados durante el período de construcción del Proyecto objeto de cooperación. • Trabajos de retiro y traslado de líneas de transmisión eléctrica y de telecomunicaciones que serán afectadas por la ejecución de este Proyecto de cooperación. • Traslado de las tuberías de agua que serán afectadas por la ejecución de este Proyecto de cooperación. • Suministro de un lugar necesario para la disposición de los materiales de desecho que son producto de los trabajos de construcción del Proyecto de cooperación. • Ubicación de policías de tránsito en los sitios de las obras. • Excención de impuestos internos y demás impuestos que pudieran gravarse de acuerdo al sistema tributario de Nicaragua. • Otorgar las facilidades de ingreso y permanencia en el país a los nacionales japoneses o de terceros países relacionados con este Proyecto de cooperación. • Pago de las comisiones bancarias (apertura de una cuenta bancaria (B/A), trámites de la autorización de pago (A/P)).

2-2-4-4 Plan de Supervisión de la ejecución de las obras

(1) Lineamientos básicos para las labores de supervisión de la ejecución de las obras

Suponiendo que el presente Proyecto se realice dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón, los lineamientos básicos de las labores de supervisión de la ejecución de las obras serán como se señala a continuación:

- Debido a que la calidad de una obra influye considerablemente en la duración prolongada de la misma, se llevarán a cabo las labores de supervisión de la obra teniendo como tema prioritario la supervisión de la calidad. Se dará especial atención a las obras de concreto, a las obras básicas y a las obras secundarias como los trabajos de protección en las riberas y fondo del lecho de los ríos.

- Continuando con las labores de supervisión de la calidad, la supervisión también incluirá el control en el avance de los trabajos de construcción, de la seguridad y de los pagos para los costos de construcción.
- Con el fin de lograr el cumplimiento de estos temas, se llevarán a cabo revisiones semanales en la obra y reuniones regulares entre la firma constructora y el consultor, primordialmente para confirmar el avance de los trabajos, el control de calidad y el control de la seguridad. .
- Así mismo, una vez al mes, se realizará una reunión regular entre el representante del cliente, la firma constructora y el consultor para reportar el avance de los trabajos y discutir cualquier problema que se suscitara, así como las soluciones que se tomarán.
- Se contratará un profesional local como inspector y se realizará la transferencia tecnológica relacionada con la supervisión de obras, incluyendo el control de calidad, el avance de los trabajos y la seguridad.
- Todas las indicaciones a la empresa constructora, así como las actas de las reuniones y los informes al Cliente deberán ser presentados en forma escrita.

(2) Labores de supervisión del Consultor

Las principales labores del Consultor incluidas en el contrato son las siguientes.

a) Etapa de preparación de los documentos de Licitación

De acuerdo a los resultados del Informe del Estudio de Diseño Básico, se llevará a cabo el Diseño de cada una de las estructuras. A continuación se procederá a elaborar los documentos del contrato de construcción y se obtendrá la aprobación del MTI del GDN para los siguientes documentos.

- Informe del Diseño
- Planos del Diseño
- Documentos de Licitación

b) Etapa de Licitación de las obras de construcción

Una vez terminado el Intercambio de Notas (C/N), el MTI (Cliente) suscribirá un contrato con el Consultor, quien estará a cargo de las labores de asistencia para la Licitación. El Cliente estará representado por el MTI, quien con la asesoría del Consultor seleccionará a la empresa constructora de nacionalidad japonesa mediante una licitación pública. El representante seleccionado por Nicaragua para asistir a esta Licitación Pública y posteriormente a la firma del Contrato con la empresa seleccionada, deberá contar con todos los poderes de autorización relacionados con el contrato de construcción. El Consultor asesorará al MTI en los siguientes servicios.

- Anuncio de la Licitación
- Precalificación
- Licitación y Evaluación de la Licitación
- Negociación del Contrato

c) Etapa de supervisión de la ejecución de las obras

Después de la suscripción del contrato de construcción entre la empresa constructora seleccionada mediante la Licitación con el MTI, el Consultor emitirá una orden de inicio de obras a la empresa constructora, con lo cual iniciará su labor de supervisión de la obra de construcción. Entre las labores de supervisión se incluye el reporte periódico sobre el estado del avance de los trabajos al MTI, a la Embajada del Japón y a la Oficina de JICA en Nicaragua. El Consultor enviará por correo a las personas relacionadas con el Proyecto, el informe mensual de acuerdo a las necesidades. Para la empresa constructora deberá realizar labores de oficina relacionadas con el avance de los trabajos, control de calidad, seguridad y pagos, y técnicamente, también supervisará las medidas de mejoramiento y las propuestas relacionadas con la obra.

Asimismo, un (1) año después de concluida la construcción de las obras, realizará la inspección final. Con esto, concluirá el servicio del Consultor.

(3) Personal

A continuación se describe el personal necesario y el papel que debe desempeñar en cada una de las etapas de diseño detallado, licitación y supervisión de las obras.

a) Etapa del Diseño Detallado

- 1) Jefe de la Consultora: responsable de la supervisión del aspecto técnico del diseño detallado, de la coordinación general y de la relación y atención al Cliente.
- 2) Ingeniero de Puentes (Superestructura): responsable de realizar los estudios en el lugar relacionados con el cálculo y diseño de la superestructura, la elaboración de los planos de diseño y la cuantificación de materiales.
- 3) Ingeniero de Puentes (Subestructura): responsable de realizar los estudios en el lugar relacionados con el cálculo y diseño de la subestructura, diseño de estructuras secundarias, la elaboración de los planos de diseño y la cuantificación de materiales.
- 4) Ingeniero de Vial: responsable de realizar los cálculos definitivos del alineamiento, el diseño del camino, la definición del corte estándar, taludes y gradientes, el diseño del drenaje, la elaboración de los planos de diseño y la cuantificación de materiales.
- 5) Planificador de Construcciones/Estimación de Costos: responsable de elaborar el cronograma de ejecución y el cálculo de costos utilizando la cuantificación de materiales y los precios unitarios de construcción a partir de los resultados del diseño detallado.
- 6) Encargado de elaborar los Documentos de Licitación: elaboración de los documentos de licitación.

b) Etapa de Licitación de las obras de construcción

Finalizar los documentos de precalificación y los documentos de licitación, efectuar la precalificación, prestar asistencia al MTI en la evaluación de la licitación de las obras.

- 1) Jefe de la Consultora: responsable de la supervisión del servicio de consultoría antes mencionado a través de las labores de licitación en general.

2) Ingeniero de Puentes (Superestructura): responsable de asesorar en la aprobación de los documentos de licitación y en la evaluación de la licitación.

c) Etapa de Supervisión de las obras

1) Director de Operaciones: responsable de la supervisión general del servicio de consultoría en la supervisión de la obra.

2) Ingeniero Residente: responsable de la supervisión general de la obra en el sitio, información y coordinación del avance de las obras a los organismos relacionados en Nicaragua.

3) Ingeniero de Puentes (Superestructura): responsable de la revisión del cronograma de ejecución de las obras de la superestructura, supervisión de la fundición del concreto y tensado de cables.

4) Ingeniero de Puentes (Subestructura): responsable de verificar las condiciones del suelo después de la excavación y si hubiera necesidad de efectuar ajustes a los trabajos de cimentación en el sitio.

2-2-4-5 Plan de control de calidad

En Nicaragua existen especificaciones estándar para la construcción de caminos y puentes, sin embargo, las normas de control de calidad no están reglamentadas detalladamente. Por esta razón, para complementar dichas especificaciones, el control de calidad para el presente Proyecto se realizará de acuerdo al Plan de control de calidad descrito en la Tabla 27.

2-2-4-6 Plan de suministro de equipo y materiales

(1) Suministro de equipo y materiales de construcción

En Nicaragua la mayor parte del equipo y materiales para la construcción de puentes y caminos que circulan en el mercado son producidos en la localidad o son importados, por lo tanto es posible conseguir la mayor parte del equipo y materiales. Casi todos los productos de las fábricas provienen de Managua. Sin embargo, se ha obtenido información de que es posible conseguir los apoyos, las juntas de expansión, equipo de prueba, etc., de fabricación mejicana, pero debido a que existe recelo por la garantía de la calidad, se ha proyectado que el suministro de los mismos sea del Japón o de terceros países, dándole así prioridad a la garantía de la calidad. En la Tabla 28 se muestran los posibles proveedores de equipo y materiales de construcción, así como la razón de inclinarse por el suministro de los mismos. .

Tabla 27 Rubros de Control de Calidad (Propuesta)

Rubro		Método de Prueba		Frecuencia de las Pruebas	
Plataforma (macadam)	Materiales combinados		Límites líquido y plástico (Tamiz No.4)	Por mezcla	
			Granulometría (composición)		
			Pruebas de abrasión		
			Prueba de densidad de agregados		
			Densidad máxima de secado (ensayo de compactación)		
Tendido		Prueba de densidad (porcentaje de compactación)	1 vez/día		
Capa de imprimación - Fijación	Materiales	Material bituminoso	Certificación de la calidad	Por material	
			Volumen de aspersión	Cada 500 m ²	
Asfalto	Materiales	Material bituminoso	Certificado de calidad – Tabla de análisis de componentes	Por material	
			Agregados	Granulometría (composición)	Por composición, 1 vez al mes
				Porcentaje de absorción	Por material
	Pruebas de abrasión				
	Prueba de mezcla		Estabilidad	Por composición	
			Valor del escurrimiento		
			Relación de vacíos		
			Relación de vacíos en agregados		
			Resistencia a la tracción (indirecta)		
			Estabilidad residual		
	Pavimentación		Temperatura al momento del mezclado	Adecuado	
			Temperatura al momento de esparcir y nivelar	En cada transporte	
			Prueba de estabilidad de Marshall	A razón de 1 vez al día	
Concreto	Materiales	Cemento	Certificado de calidad, resultados de las pruebas químicas y físicas	Por material	
		Agua	Resultados de las pruebas de los componentes	Por material	
		Aditivos	Certificado de calidad. Hoja de análisis de componentes	Por material	
		Agregado fino	Peso específico en seco absoluto	Por material	
			Granulometría, proporción de granos gruesos		
			Proporción de grumos de arcilla y proporción de finos de material blando		
		Agregado grueso	Peso específico en seco absoluto	Por material	
			Proporción de materia orgánica		
			Granulometría (mezclado)		
		Al momento de la prueba de mezcla		Prueba de resistencia a la compresión	Por mezcla
	Al momento del vaciado		Asentamiento	1 vez/tanda	
			Temperatura	1 vez/día	
	Resistencia		Prueba de resistencia a la compresión (día 7, día 28)	1 vez/día o más de 50 m ³	
Hierro de refuerzo y cables de acero	Material	Certificado de calidad, resultados de las pruebas de tensión	Por lote		
Acero para estructuras	Material	Certificado de inspección	Por lote		
Pintura	Material	Certificado de calidad, hoja de componentes	Por lote		
Apoyos y juntas	Material	Certificado de calidad, resultados de las pruebas de resistencia	Por lote		
Equipos de iluminación	Material	Certificado de calidad, resultados de las pruebas de resistencia	Por lote		

Nota: Por material: en principio se realiza la prueba una vez antes de comenzar a utilizarlo; sin embargo, en caso de que se cambien los materiales, se deberá realizar la prueba en cada oportunidad.

Tabla 28 Posibles proveedores de equipo principal y materiales de construcción

Item	Proveedores			Suministro desde Japón y la razón del mismo
	Nicaragua	Japón	Tercer país	
Concreto preesforzado		O		No se comercializa en el país objeto de cooperación. Es posible conseguirlo en terceros países vecinos; sin embargo, no está claro si se cumplirá con las especificaciones.
Baranda de acero		O		Debido a que la baranda atrae la atención de los transeúntes y que existe la posibilidad de que la calidad de los productos provenientes de terceros países vecinos es muy variada, se podrían originar defectos en el acabado.
Material de acero para montaje temporal			O	
Apoyos de caucho		O		En el país objeto no están a la venta. Es posible adquirirlos en terceros países vecinos; sin embargo existen muchos tipos de material (caucho), por lo que es posible que no cumplan con las especificaciones de calidad de este Proyecto.
Tubos de acero	O			
Obras de soporte temporal	O			
Material bituminoso	O			
Agregados	O			
Asfalto bituminoso	O			
Cemento Portland	O			
Juntas de expansión		O		En el país objeto no están a la venta. Es posible adquirirlos en terceros países vecinos; sin embargo existen muchos tipos de material, por lo que es posible que no cumplan con las especificaciones de calidad de este Proyecto.
Agregados para concreto	O			
Hierro de refuerzo	O			
Madera para encofrado	O			
Pintura para marcar	O			
Combustible liviano	O			
Gasolina	O			
Impermeabilizante para la losa del puente		O		Es difícil conseguirlo en el mercado local y en los países vecinos; en caso de utilizarlo en el sitio, en general deberá ser importado del Japón, de Estados Unidos o de Europa.
Viga de montaje para el montaje de vigas provisionales		O		En México existen pero en pequeñas cantidades y no se sabe si se podrá asegurar la cantidad suficiente, por lo que es posible que se tenga que abastecer del Japón.
Ración	80%	15%	5%	

(2) Maquinaria de Construcción

Entre las empresas de alquiler de maquinaria de construcción en Nicaragua existen muchas que alquilan maquinaria marca Komatsu, Caterpillar, etc, siendo posible alquilar maquinaria para uso general. Sin embargo, en la localidad no existen grúas oruga de gran tamaño ni máquinas especiales como el cucharón de quijada, etc., y además debido a que los propietarios son los contratistas, se hace imposible el alquiler, por lo que es necesario adquirir dicha maquinaria en otros países. Por otro lado, con relación a la maquinaria para las obras básicas, existen empresas especializadas en la ejecución de dichas obras, razón por la cual no existen máquinas para alquiler, pero si fuera posible alquilarlas, se ha pensado en que sería conveniente hacer gestiones para subcontratar dichas obras. En la Tabla 29 se muestran los lugares en donde se puede conseguir las principales máquinas para construcción y las razones por las que se busca conseguir las en el Japón.

Tabla 29 Abastecimiento de las principales máquinas para construcción

Tipo de máquina	Lugar de abastecimiento			Razón del abastecimiento en Japón
	Nicaragua	Japón	Terceros países	
Bulldozer	O			
Tractor con pala	O			
Camión volquete	O			
Retroexcavadora	O			
Grúa oruga	O		O(Grande)	
Cucharón de almeja (adicional)	O			
Camión grúa	O			
Perforadora grande (adicional)	O		O(Grande)	
Martillo vibrador (adicional)	O			
Rodillo vibrador	O			
Aplanadora	O			
Motoniveladora	O			
Distribuidor de asfalto	O			
Mezcladora de concreto	O			
Planta de concreto	O			
Marcador de línea	O			
Pavimentadora	O			
Ración	95%	-	5%	

2-2-4-7 Proceso de Ejecución

Después de firmado el Canje de Notas (C/N) del Diseño Detallado, el Consultor procederá inmediatamente a suscribir un contrato con el MTI para las labores de consultoría del Diseño Detallado del Proyecto bajo el esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable. Después de iniciadas estas labores, el Consultor procederá a realizar un estudio de campo de aproximadamente dos semanas, para luego continuar con el diseño detallado en el Japón.

Al entrar en la última etapa del Diseño Detallado, el Consultor procederá a asesorar al MTI con la serie de labores relacionadas con la licitación, la preparación de los documentos de la licitación, la calificación de las empresas constructoras que tengan interés, la licitación y selección de la empresa constructora, la suscripción del contrato con la misma, etc.

Después de la licitación, la empresa contratista ganadora procederá a suscribir con el MTI el contrato de construcción y a obtener la aprobación del Gobierno del Japón para dicho contrato; posteriormente recibirá la orden de inicio de la obra emitida por el Consultor, dando así inicio formal a la obra.

La construcción de los cuatro puentes dará inicio simultáneamente. Después de construir los desvíos y demoler las estructuras de los puentes existentes, se procederá a la construcción de la cimentación, la cual debe concluirse dentro de la época de sequía. El período de ejecución de obras para los cuatro (4) puentes objeto del Proyecto se prevé que será de 18 meses hasta su conclusión.

El cronograma de ejecución antes mencionado se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30 Cronograma de Ejecución de Obras

(a) Diseño Detallado y Asesoría en el Proceso de Licitación

Ítem de Trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Diseño Detallado																	
1) Estudio de Campo	■																
2) Trabajos en Japón		▬	▬	▬													
3) Explicación de los resultados del diseño al MTI				■													
4) Preparación de documentos de licitación				▬	▬												
Asesoría en el proceso de licitación																	
1) Calificación de las empresas constructoras										▬							
2) Distribución de los documentos de licitación											▬						
3) Licitación y selección de la empresa constructora													▬				

(b) Construcción y Supervisión de la Construcción

Ítem de Trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Trabajos preparatorios	▬	▬	▬																
Puente Las Limas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Puente Ocongua		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Puente Quinama		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Puente Muhan		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Trabajos de limpieza final																	▬	▬	▬

2-3 Resumen de las Labores a ser Realizadas por Nicaragua

En la ejecución del presente Proyecto, las labores que debe realizar el GDN son las siguientes.

2-3-1 Asuntos generales relacionados con la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón

- Suministro de datos e información necesarios para la ejecución del Proyecto.
- Asegurar los terrenos necesarios (terrenos para los caminos, para las obras, para el campamento y para guardar equipo y materiales) para la ejecución del Proyecto.
- Nivelación del terreno de cada uno de los sitios del Proyecto antes del inicio de las obras.
- Apertura de una cuenta a nombre del GDN en un banco del Japón y emisión de las autorizaciones de pago.
- A la llegada del equipo y materiales al puerto de Nicaragua, realizar una labor de descarga rápida y segura, tomando las medidas necesarias para la exención de impuestos y de aranceles.
- Eximir de impuestos arancelarios, internos o demás tipos de impuestos que se impongan a los productos o servicios, o a las empresas japonesas o nacionales japoneses relacionados con el Proyecto bajo los Contratos suscritos.
- Otorgar la autorización de ingreso y estadía en Nicaragua al personal relacionado con el Proyecto y con el suministro de servicios y productos para el mismo bajo los Contratos suscritos.
- De ser necesario, otorgar otras autorizaciones y otros poderes para la ejecución del Proyecto.
- Realizar un mantenimiento correcto y efectivo de las instalaciones construidas en el Proyecto.
- Cubrir todos los demás gastos que se encuentren fuera del alcance de las actividades del Proyecto y que no son cubiertos por la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón.

2-3-2 Asuntos propios de este Proyecto

- Remoción de las instalaciones y viviendas que serán afectadas por las obras y traslado de los habitantes: hasta julio de 2007.
- Aseguramiento de terrenos adicionales necesarios para el Proyecto, a parte de los terrenos de las vías existentes: hasta julio de 2007.
- Traslado de postes de luz y cables de distribución de electricidad que obstaculicen las obras: hasta julio de 2007.
- Traslado de las tuberías de suministro de agua que obstaculicen las obras: hasta julio de 2007.
- Facilitar un patio provisional que esté nivelado: hasta julio de 2007.
- Facilitar un lugar para depositar tierra y materiales de desecho: hasta julio de 2007.
- Suministro sin costo alguno de dos (2) juegos de puentes Bailey propiedad del MTI a ser utilizados durante el período de construcción: desde agosto de 2007 hasta febrero de 2009.
- Destacamento de policías de tránsito durante el período de ejecución de las obras: desde agosto de 2007 hasta febrero de 2009.
- Demolición del Puente Quinama existente después de finalizada la construcción del puente nuevo: desde marzo de 2009.

2-4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto

La operación y mantenimiento de este Proyecto estará a cargo de Nicaragua. El mantenimiento después de concluido el Proyecto se clasifica en dos tipos: el que se realiza periódicamente una vez al año y el que se realiza cada cierta cantidad de años. En el presente Proyecto son necesarias las labores que se mencionan a continuación:

(1) Inspecciones – Mantenimientos anuales necesarios

- Retiro de la arena y basura acumuladas; limpieza de las tuberías de drenaje en los alrededores de los estribos y de los canales laterales de desagüe en la losa del puente.
- Mantenimiento de las obras de seguridad, tales como el repintado de señales en la pista y reparación del guardacarril.
- Inspección – Reparación de las obras de los muros de protección en las riberas y del fondo del lecho del río.
- Desyerbado de los hombros de la carretera y de los taludes.

(2) Mantenimientos a realizar cada cierta cantidad de años

- Bacheo o recapeo del pavimento de la losa del puente y del camino de acceso cada cinco (5) años aproximadamente.
- Repintado de las barandas de acero y cambio de las juntas de expansión con una frecuencia aproximada de cada 10 años.

Debido a que en este Proyecto las obras de los muros de protección en las riberas y el fondo del lecho del río son importantes para la conservación del puente, sus estructuras han sido planificadas basándose en un diseño con un volumen de inundación con una probabilidad de 50 años. Sin embargo, existe la posibilidad de que estas estructuras sufran de una corrosión local no previsible, o de que sean destruidas o desplazadas por la embestida de una inundación mayor a la de las probabilidades de aplicación. Por consiguiente, se solicita que en el MTI se formule un sistema para que inmediatamente después de una inundación, la Dirección correspondiente del MTI efectúe la inspección y verifique los daños o desplome de dichas estructuras, y que de igual manera proceda a su reparación si se encuentran daños. Si se verificaran los daños y se dejaran en tal estado, podría preverse en el peor de los casos, la socavación del suelo de relleno de la parte posterior de los estribos del puente, el asentamiento de los pilares y hasta tener que interrumpir el flujo de tránsito.

2-5 Costo Aproximado del Proyecto

2-5-1 Costo Aproximado del Proyecto Objeto de la Cooperación

En caso de ejecutarse el presente Proyecto con la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón, el monto total aproximado del costo del proyecto necesario a ser cubierto por la parte japonesa sería de aproximadamente 1,035 millones de yenes. Asimismo, el detalle de los costos de ambas partes, basado en la distribución de los mismos a ser cubiertos por la parte japonesa y la contraparte nicaragüense mencionados anteriormente, se describe a continuación. Esta estimación de costos es provisional y será reexaminada por el Gobierno del Japón para la aprobación de la Donación.

2-5-1-1 Costo aproximado del Proyecto

El costo total aproximado del proyecto es de 1,035 millones de yenes

Tabla 31 Costo aproximado del Proyecto

Costos		Costo total aproximado del Proyecto (millones de yenes)								
		Puente Las Limas		Puente Ocongua		Puente Quinama		Puente Muhan		Total
Instalaciones	Superestructura	80	205	126	264	91	217	131	241	927
	Subestructura	46		81		56		50		
	Otros	79		57		70		60		
Diseño Detallado y Construcción Supervisión		108								108

2-5-1-2 Gastos a ser cubiertos por Nicaragua

Tabla 32 Gastos a ser cubiertos por Nicaragua

División de costos del Proyecto	Monto a cubrir (US\$)	Conversión aYenes (miles de yenes)
(1) Gastos de consideración al medio ambiente (Traslado de habitantes – Costo de la expropiación de terrenos)	12,804.-	1,489
(2) Aseguramiento de terrenos adicionales	31,847.-	3,703
(3) Reubicación de postes y cableado eléctrico	2,629.-	306
(4) Reubicación de tuberías de agua	14,000.-	1,628
(5) Nivelación del terreno provisional	13,128.-	1,527
(6) Control del tránsito por policías	69,703.-	7,931
(7) Demolición del Puente Quinama existente	16,300.-	1,896
Total	160,411.-	18,480

2-5-1-3 Condiciones de estimación

- Período estimado : Desde el 31 de mayo de 2006
- Tasa de cambio a US\$: US\$ 1.00 = 116.29 Yenes
(Promedio de seis meses anteriores, desde el 31 de mayo de 2006)
- Tasa de cambio del Córdoba : C\$1.00 = 6.93 Yenes
(Promedio de seis meses anteriores, desde el 31 de mayo de 2006)
- Período de ejecución : 18 meses
- Otros : Este Proyecto será ejecutado de acuerdo a las directrices de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón. Los costos aproximados del Proyecto mencionados anteriormente serán revisados por el Gobierno del Japón antes del Canje de Notas (C/N).

2-5-2 Costos de Operación y Mantenimiento

- El monto anual necesario para la operación y el mantenimiento es de aproximadamente 4,250 dólares (aprox. 493 mil yenes).
- Por otro lado, se han presupuestado aproximadamente 3,000 dólares (aprox. 349 mil yenes) para el costo de reparación de los muros de protección que se prevee para cada dos (2) años.
- El costo de reparación del pavimento, incluido el recapeo o bacheo del pavimento a realizarse cada cinco (5) años es de aproximadamente 7,000 dólares (aprox. 814 mil yenes).
- Por otro lado, el costo para pintar la baranda y cambiar las juntas de expansión a realizarse cada 10 años, es de aproximadamente 31,000 dólares (aprox. 3,605 mil yenes).
- Calculando el promedio anual de estas cifras, se obtiene un costo anual aproximado de 10,250 dólares (aprox. 1,191 mil yenes).
- Estos costos de mantenimiento representan entre un 0.1% a un 0.9% del presupuesto total de mantenimiento del MTI del GDN, que es de 5.0 millones de dólares (alrededor de 581 millones de yenes, 2005). Por lo tanto, se determinó que es posible darle el mantenimiento adecuado a los puentes del Proyecto.

Tabla 33 Principales rubros de mantenimiento y costos

Clasificación	Frecuencia	Parte de inspección	Contenido del trabajo	Costo aproximado		Observación
				US\$	Miles de yenes (monto correspondiente)	
Mantenimiento de canales de desagüe	2 veces al año	Drenaje del tablero del piso	Retiro de sedimentos	520	60	
		Canal lateral	Retiro de sedimentos	520	60	
Mantenimiento de obras de seguridad de tránsito	1 vez al año	Marcado	Repintado	1,530	178	
Mantenimiento de caminos	2 veces al año	Bordes de las carreteras y taludes	Desyerbado	1,680	195	
Total de costos de mantenimiento requeridos todos los años				4,250	493	
Inspección – Reparación de muros de protección y del fondo del lecho del río	En inundaciones (Se supone 1 vez cada 2 años)	Muros de protección y fondo del lecho del río	Reparación de las partes dañadas	3,000	349	Se espera la rehabilitación del 2% de la cantidad de diseño
Mantenimiento del pavimento	1 vez cada 5 años	Superficie del pavimento	Reparación del recubrimiento, grietas en el pavimento, depresiones, etc.	7,000	814	Se espera la rehabilitación del 10% de la cantidad de diseño
Pintura de barandas	1 vez cada 10 años	Superficie del acero	Pintado en el sitio	9,000	1,047	Pintado a mano
Cambio de juntas de expansión	1 vez cada 10 años			22,000	2,420	
Rango del costo promedio anual para mantenimiento				4,250 – 45,250		(El costo promedio anual es 10,250 dólares)

(Nota) Para el tipo de cambio de 116.29 yenes por US dólar 1.00,

Se prevee que los costos indirectos representan el 30% de los costos directos de la obra.

Capítulo 3

Justificación del Proyecto

Capítulo 3 Justificación del Proyecto

3-1 Efectos del Proyecto

Los efectos del Proyecto que se determinaron de la investigación de campo, de los estudios socioeconómicos y del resultado del diseño básico se indican a continuación.

(1) Efectos directos

Los efectos directos del Proyecto se resumen en la Tabla 34.

Tabla 34 Efectos directos del Proyecto e Indicadores de resultados

Situación actual y problemática	Contramedidas en el Proyecto	Mejoras e indicadores de resultados
<p>1. Peso total admisible de vehículos que transitan sobre los puentes</p> <p>(1) Los puentes existentes fueron diseñados en base a la carga viva especificada en la AASHTO HS15-44, por lo que el peso total admisible de un vehículo es de 24.5 ton.</p> <p>(2) Actualmente, bastantes trailers con pesos totales mayores a las 23.5 ton circulan sobre los puentes existentes. Esta situación fomenta más daños a los puentes existentes, los cuales ya están deteriorados.</p>	<p>Los puentes del Proyecto están diseñados para soportar una carga viva HS20-44 incrementada un 25%. Como resultado, se cubre el peso total de los trailers grandes que se utilizan generalmente en Nicaragua. Asimismo, se resolverán los problemas de los daños ocasionados a los puentes (particularmente el daño a las losas de la superficie) y se asegurará un flujo fluido del tránsito.</p>	<p>Límite del peso total de vehículos sobre los puentes existentes del Proyecto 24.5 ton</p> <p>↓</p> <p>Límite del peso total de vehículos sobre los puentes nuevos del Proyecto 40.9 ton</p>
<p>2. Incremento del volumen de tránsito</p> <p>(1) El ancho de los puentes de dos carriles es insuficiente, por lo que en muchos de los casos existe espera de vehículos cuando transitan otros en la dirección opuesta al pasar por los puentes del Proyecto.</p> <p>(2) La finalización de la construcción de un nuevo muelle en el Puerto El Rama, así como de los trabajos de dragado en la boca del río, permitirán que embarcaciones de tamaño mediano echen anclas en dicho puerto. Esto conllevará al incremento de vehículos de carga que van y vienen desde el Puerto El Rama.</p>	<p>Los puentes del Proyecto se construirán con anchos similares a las secciones de la carretera NIC-7. Como resultado, con estos puentes se evitará la espera de vehículos cuando transitan otros en la dirección opuesta, por lo que dichas estructuras se acomodarán al incremento del volumen de tránsito, particularmente vehículos de carga pesada.</p>	<p>Volumen de tránsito actual en los puentes existentes del Proyecto Puente Las Limas: 2,300 veh./día (vehículos pesados 775 veh./día) Otros tres puentes: 700 veh./día (vehículos pesados 306 veh./día)</p> <p>↓</p> <p>Volumen de tránsito futuro (particularmente vehículos pesados) en los puentes nuevos del Proyecto Aumentará</p>
<p>3. Incremento de la velocidad de los vehículos que transitan en los puentes</p> <p>(1) El ancho de los puentes de dos carriles es insuficiente, por lo que en muchos de los casos existe espera de vehículos cuando transitan otros en la dirección opuesta al pasar por los puentes del Proyecto.</p>	<p>Los puentes del Proyecto se construirán con anchos similares a las secciones de la carretera NIC-7. Como resultado, con estos puentes se evitará la espera de vehículos cuando transitan otros en la dirección opuesta, por lo que existirá un incremento en la velocidad de los vehículos que transiten por los puentes.</p>	<p>Velocidad promedio de los vehículos que transitan en los puentes del Proyecto 30 km/h</p> <p>↓</p> <p>Velocidad promedio de los vehículos que transitan en los puentes nuevos después de finalizado el Proyecto 60 km/h</p>
<p>4. Riesgo de accidentes de tránsito</p> <p>(1) Los puentes existentes presentan anchos angostos y han ocurrido algunos accidentes de colisión contra las barandas.</p> <p>(2) No existen aceras en los puentes existentes. Por consiguiente, los peatones que circulan por los mismos enfrentan riesgos potenciales de sufrir un accidente, especialmente en el caso de los Puentes Las Limas y Muhan.</p>	<p>Se reducirá drásticamente el riesgo potencial de accidentes provocados por la colisión entre vehículos o de los mismos contra barandas, así como de accidentes que involucren a los peatones.</p>	<p>Riesgo potencial de accidentes viales en los puentes existentes del Proyecto Alto</p> <p>↓</p> <p>Riesgo potencial de accidentes viales en los puentes nuevos del Proyecto Bajo</p>

(2) Efectos indirectos

Los efectos indirectos del Proyecto se resumen en la Tabla 35.

Tabla 35 Efectos indirectos del Proyecto

Efectos indirectos esperados	Detalles
1. Estabilización de la distribución física de la región en dependencia de la RN-7E y alivio de la pobreza de los residentes de la región.	Los puentes del Proyecto se ubican sobre la NIC-7, la cual es una carretera nacional de importancia que conecta la ciudad capital de Managua con la región de la costa Atlántica. Con este Proyecto, se incrementará la capacidad de los puentes de soportar cargas y se logrará crear una ruta de transporte segura. Como resultado, se estabilizará la distribución física (particularmente en lo que respecta al transporte de ganado) en los Departamentos de Boaco y Río San Juan, así como en la Región Autónoma Atlántico Sur, contribuyendo grandemente a su vez al alivio de la pobreza de los residentes de la región (población total de 580,000 habitantes).
2. Afrontar el incremento del volumen de manejo de carga en el Puerto El Rama.	Después de completada la construcción del nuevo muelle en el Puerto El Rama en octubre del 2005, así como de los trabajos de dragado en la boca del río en el 2006, embarcaciones de tamaño mediano con capacidad de 5,000 DWT (tonelaje peso muerto) podrán anclar en dicho puerto, por lo que se espera que se incremente el manejo de volúmenes de carga. La implementación del proyecto conllevará a asegurar una ruta de transporte efectiva para el movimiento de carga entre las costas del Atlántico y del Pacífico, la cual se encuentra restringida actualmente por el peso total de los vehículos que transitan por la misma.
3. El volumen de tránsito en la NIC.7 aumentará.	El volumen de tránsito en la NIC. 7 se incrementará debido al incremento del manejo del volumen de carga en el Puerto el Rama.

3-2 Problemas y Recomendaciones

Con el fin de mantener la funcionalidad de los puentes del Proyecto, asegurando buenas condiciones por un período largo de tiempo luego de finalizada la construcción de los mismos, es importante poner suficiente atención a los siguientes aspectos:

(1) Implementación de los trabajos de mantenimiento

Con la finalidad de mantener la funcionalidad de los puentes del Proyecto, asegurando buenas condiciones por un período largo de tiempo, es necesario llevar a cabo rutinas de mantenimiento diario y periódico, tal y como se muestran en la Tabla 36.

(2) Transferencia tecnológica relacionada con el mantenimiento de puentes de concreto

En este Proyecto se tiene planificado reconstruir los puentes del Proyecto. Sin embargo, aún existe una percepción baja del MTI en relación a la importancia de darle mantenimiento a los puentes de concreto, al punto que no se ha dado mantenimiento a muchos puentes sino hasta que se encuentran daños serios en los mismos. Por consiguiente, se considera necesario que se debe informar al personal del MTI sobre la importancia de darle mantenimiento a los puentes de concreto con un presupuesto limitado, utilizando tecnología avanzada y de alto nivel.

Tabla 36 Plan de Mantenimiento de los Puentes del Proyecto

Ítem	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mantenimiento de sistemas de drenaje, etc.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mantenimiento de facilidades de seguridad vial		○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mantenimiento de los caminos de acceso	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Inspección y mantenimiento de los trabajos de protección del río		○		○		○		○		○
Rehabilitación del pavimento					○					○
Pintura de barandas										○
Cambio de juntas de expansión										○

Con este propósito, se considera que será efectivo realizar la transferencia tecnológica sobre el mantenimiento de puentes de concreto a los ingenieros nicaragüenses que estén a cargo de la construcción, ya sea en el sitio de las obras o implementando seminarios técnicos. Adicionalmente, también se considera efectivo entrenar a la contraparte nicaragüense sobre el tema de la tecnología del mantenimiento de puentes en el Japón.

3-3 Justificación del Proyecto

El Proyecto consiste en la reconstrucción de cuatro (4) puentes existentes sobre la NIC.7, carretera que conecta la ciudad capital de Managua con el Puerto El Rama, el cual es el puerto principal en la zona de Atlántica. La implementación del Proyecto, paralelamente con el mejoramiento del Puerto El Rama, prevendrá anticipadamente las restricciones actuales al flujo de tránsito que son causadas por el deterioro de los daños en estos puentes o por el mismo colapso de alguno de ellos. El Proyecto también contribuirá a la distribución física de la región que depende totalmente de la NIC. 7 y al alivio de la pobreza de los residentes con bajos ingresos económicos que habitan en dicha región. Consecuentemente, complementará el incremento en la importancia y urgencia existente dentro del Plan de Desarrollo Nacional. Asimismo, se confirmó con el MTI que dicho ministerio cuenta con el personal suficiente y la capacidad financiera para proseguir con la operación y mantenimiento del Proyecto.

Tomando en cuenta factores como la importancia de la red vial, el área amplia a ser beneficiada y la urgencia del proyecto, en el Estudio se determinó apropiado implementar la reconstrucción de los puentes del Proyecto ubicados en la carretera principal, bajo el Esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.

3-4 Conclusión

Como se menciona anteriormente, la implementación del Proyecto generará grandes efectos y también contribuirá al alivio de la pobreza de los residentes con bajos ingresos económicos que habitan en dicha región. Asimismo, la agencia ejecutora del Proyecto cuenta con la suficiente

capacidad para la operación y mantenimiento del Proyecto. Por consiguiente, en el Estudio se ha confirmado la justificación de implementar el Proyecto bajo el Esquema de la Cooperación Financiera del Japón. Adicionalmente, la implementación del Proyecto seguirá contribuyendo a la relación amistosa que mantienen Japón y Nicaragua.