

2-2 Situación actual de las instalaciones existentes

2-2-1 Instalaciones existentes

(1) Situación actual del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés y del acceso al puente

Entre la ciudad de Santa Cruz y Portachuelo existe ninguna ruta alternativa, lo cual la Ruta Nacional No. 4, con su tramo del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, es la única ruta troncal disponible.

El Puente de la Amistad Boliviano-Japonés es un puente de 280m de longitud, de estructura reticular con cinco luces, construido en el año 1964 con la ayuda de Estados Unidos, utilizando el material de guerra sobrada. Posteriormente, en el año 1988 se llevó a cabo una obra de elevación de nivel del puente, y en el año 2005 se ejecutó obras de reparación con la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, hasta llegar al presente día.

El Puente de la Amistad Boliviano-Japonés está localizado en un tramo recto con una buena visibilidad, a 7 km de la ciudad de Montero. A unos 600m de este puente en dirección a Montero se encuentra el Puente La Madre. Desde la ciudad de Montero hasta el Puente La Madre la altitud prácticamente es igual con el alineamiento longitudinal totalmente plano, sin embargo, a partir de unos 200m del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, el pendiente longitudinal es aproximadamente 3%, donde la elevación es unos 2 a 3m más alto que los lugares cercanos.

El ancho total del puente es de 6.82m, y por tanto no satisface el ancho para puentes carreteros en rutas principales de 8.5 metros mencionadas en la norma AASHTO. Se considera que a causa de la falta del ancho del puente, se producen frecuentemente los accidentes por contacto entre vehículos y la estructura reticular del puente.



Figura 2-2-1 Situación del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés y sus accesos
(Foto: febrero 2001)

(2) Situación de diques

La medida contra inundaciones en el Río Piráí, a raíz de la gran inundación ocurrida en marzo del año 1983 se estableció la Ley No. 550, donde se fundó SEARPI (Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regulación del río Piráí). Desde entonces esta entidad pública ha venido emprendiendo como agente principal diversas medidas de mejoramiento del entorno del Río Piráí.

SEARPI, con la cooperación financiera de la Unión Europea y con financiamiento parcial del BID, llevó a cabo la obra hidráulica de Montero, que cubre una distancia de 33km entre el Puente La Bélgica y el Puente Eisenhower, construyendo obras como diques, mejoramiento del curso del río y otras instalaciones adyacentes.

Los principales contenidos de la ejecución del Proyecto son como se muestra abajo. Actualmente se realizan mantenimiento y conservación de diques en base a este plan.

Tabla 2-2-1 Plan de diques del Proyecto de regularización del curso fluvial en Montero

Escala de probabilidades	Márgenes	Denominación	Longitud	Tramo/Zona protegida
100 años	Margen derecha	CD-D07	17.2km	Puente La Bélgica ~ Juan Latino
		CE-D01	14.2km	Juan Latino ~ Puente Eisenhower
	Margen izquierda	CE-D09	5.9km	Margen izquierda Ríos Piráí y Guendá
20años	Margen derecha	CE-D06	13.9km	Zona comprendida entre dique CE-D01 y el Río Piráí

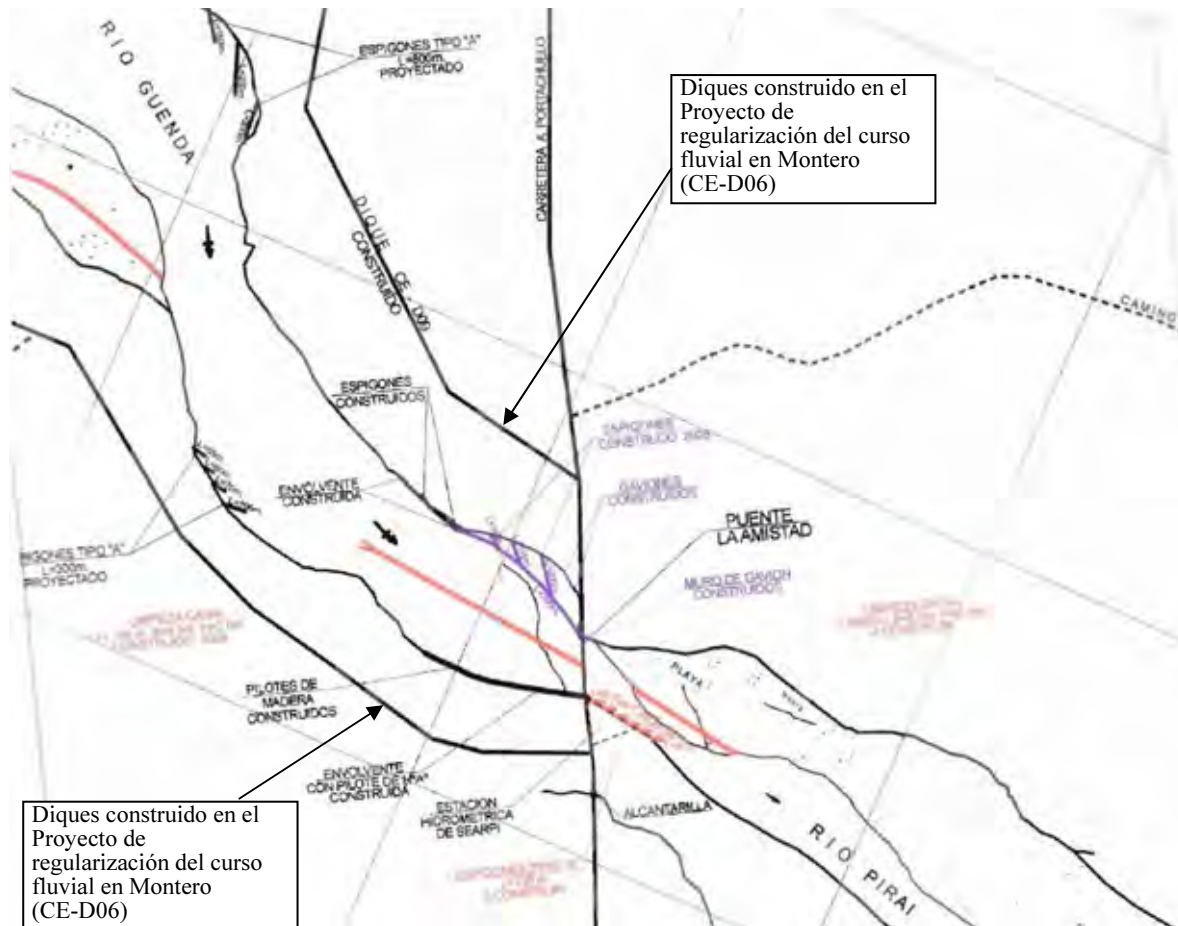


Figura 2-2-2 Situación construcción de diques en las proximidades del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, en el Proyecto de regularización del curso fluvial en Montero (SEARPI, Plan de Gestión Fluvial)

2-2-2 Obras de medidas de emergencia

(1) Situación de daños

El acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés sufrió daños en las inundaciones ocurridas entre finales del año 2007 y marzo del año 2008.

Especialmente, en las lluvias torrenciales de marzo de 2008, debido a que el curso del río se serpenteó ampliamente a aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, el corriente de inundación fluyó a lo largo del terraplén de acceso al puente lado del margen izquierdo, donde el lado a aguas arriba del terraplén de acceso al puente se erosionó hasta llegar a la berma de la carretera.

Los daños fueron la erosión fluvial que afectó a una extensión de 800m de longitud y 100 m de ancho en la margen izquierda a aguas arriba del puente, destrucción de las obras de encauzamiento instalados a lo largo de la orilla con una longitud de 800m, socavación de la parte frontal del terraplén de acceso y, destrucción de la talud de la carretera con longitud de 200m y altura de 8m. Como consecuencia de todo lo antedicho, el tráfico tuvo que limitarse a un solo carril, con lo que el tránsito por la Ruta Nacional 4 ha quedado gravemente afectado.

Así mismo, la altitud del agua (sobre el nivel medio del mar) en ese momento alcanzó los 279.2m, lo cual el nivel alto del río se mantuvo durante un tiempo muy prolongado.

Además, las lluvias fueron continuas durante 5 días en el Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, alcanzándose un máximo diario de 94.6 mm.

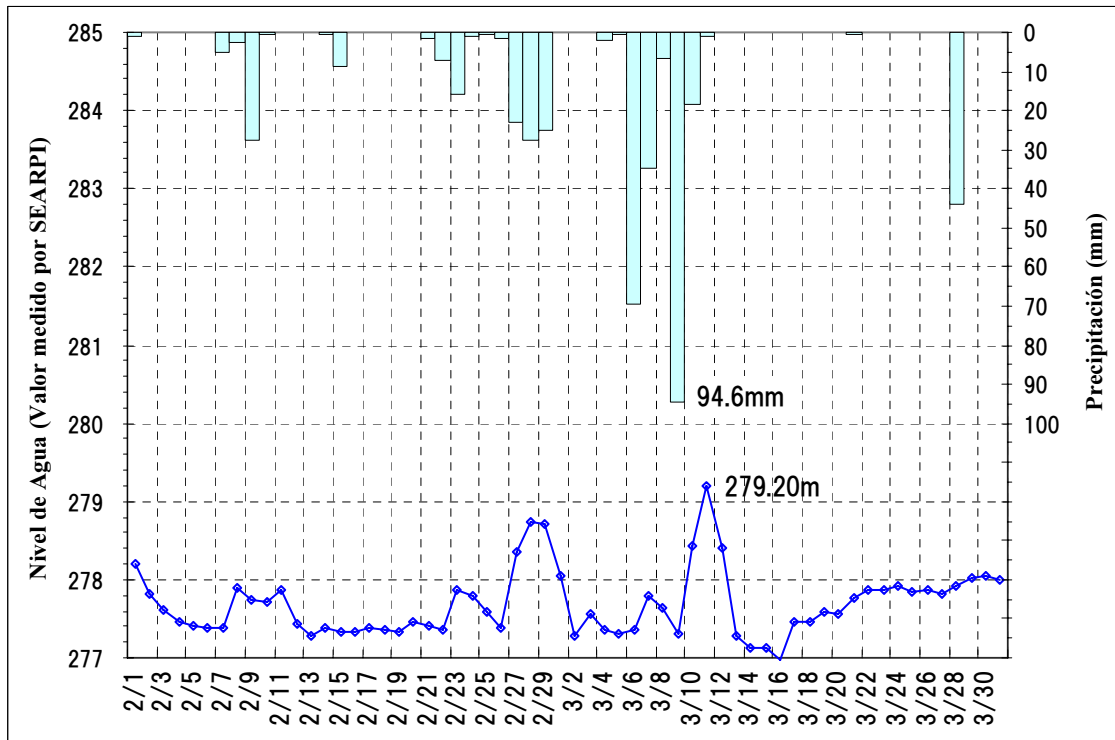


Figura 2-2-3 Precipitaciones y nivel del agua registrada durante febrero a marzo del año 2008 (Estación: EISENHOWER)



Figura 2-2-4 Destrucción del terraplén de acceso al Puente en el lado aguas arriba



Figura 2-2-5 Erosión de la orilla y destrucción de las obras de encauzamiento

(2) Obras de medidas de emergencia

A continuación se enumeran las medidas de emergencia ejecutadas por el gobierno boliviano frente a los daños sufridos en marzo 2008.

Tabla 2-2-2 Resumen de obras

Ítem	Contenido	Breve descripción
Costo de construcción	Alrededor de Bs. 6,800,000	
Supervisión de construcción	ABC Conservación Vial ABC Regional Santa Cruz	
Fecha de inicio	2 de septiembre 2008	
Fecha de finalización	25 de febrero 2009	
Duración de obra	175 días	
Alcance de construcción	Margen izquierda a aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, localizada unos 65km de Santa Cruz sobre la Ruta Nacional No. 4	
Contenido	Reparación del terraplén	Reparación del terraplén erosionado por la crecida del Pirái
	Obra de reforzamiento en la talud	Construcción de defensas con geomallas a lo largo de 200m y con 12m de altura en el talud del acceso, para reforzar la pared y proteger el terraplén
	Reforzo de la ladera y su base	Reforzo del talud con geotubos de 25m de largo, 2.50m de alto y 5.57m de ancho (Geotextil Tube GT1000) y protección con mantos anti-socavación para prevención de socavación.
	Instalaciones de encauzamiento	Construcción de obras de encauzamiento (construcción simple de obra de encauzamiento colocando alambres metálicos en los pilotes de maderas). (Responsable de construcción: SEARPI)

En la obra de medidas de emergencia ejecutada por ABC, como medida para la estabilización del talud se ejecutó el cambio de material del suelo soporte al suelo arenoso, luego se tendieron las colchonetas sobre la base y encima de estas se colocaron los gaviones como obra de fundación. Como medida de estabilización del talud se utilizaron geomallas resistentes a la fuerza de corte, relleno el suelo arenoso sobre estas, y en la parte frontal, se colocaron sacos plásticos en tres escalones, con una inclinación de 45 grados donde el material suelo-cemento fue inyectado en su interior.

Como obra anti-socavación, se instalaron geotubos (2.4 x 5.6m) y mantas del mismo material (ancho 9.0m).

Por su parte, SEARPI ejecutó la instalación de la obra de encauzamiento con pilotes de madera en la posición sobre la línea a lo largo del curso del río y se instaló 3 pilotes de madera para el encauzamiento en serie posicionando sobre la línea que une a la margen erosionada. Para el encauzamiento, se hincan pilotes de madera en intervalos de 2.5m, y entre ellos se colocan mallas de alambres de acero, donde se puede considerar que es una estructura que espera su efecto complementando con el material fluyente.

Se verificó el actual estado de estabilidad de estas estructuras de la medida de emergencia, lo cual no se apreciaron deformaciones grandes, sin embargo se pudo observar la pérdida de arena en geotubos desde los agujeros producidos por travesura o desde la parte de unión de la fibra.

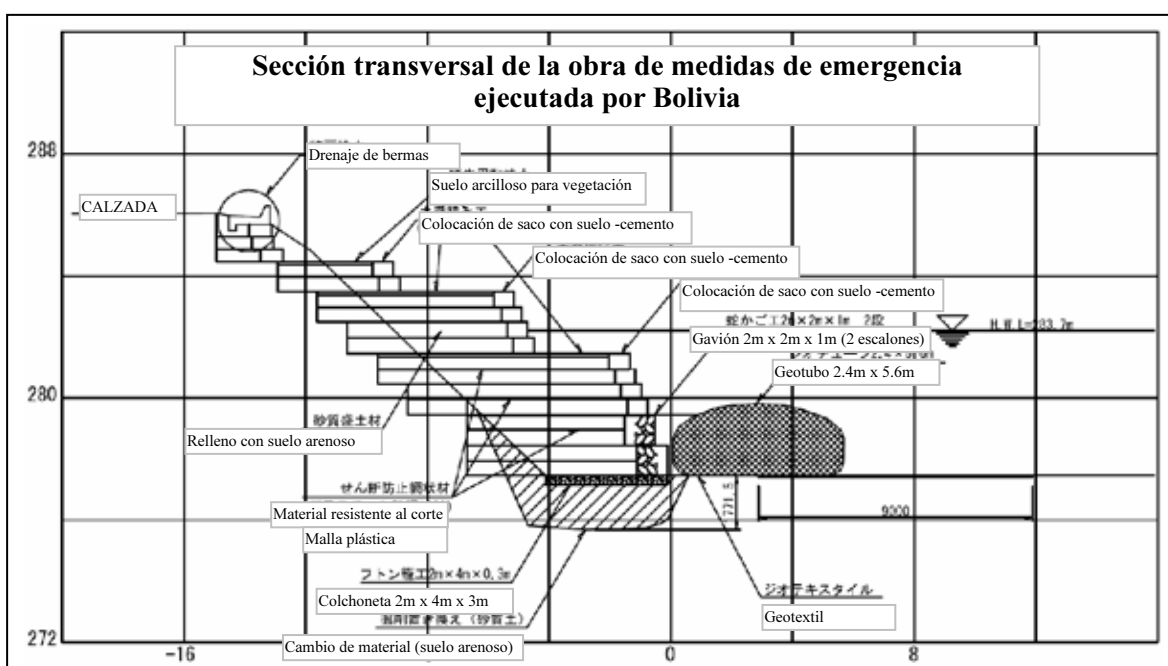


Figura 2-2-6 Sección vertical de obra de medida de emergencia

(3) Temas relacionados con las medidas de emergencia

Al evaluar la estabilidad de las medidas de emergencia, puede decirse que los sacos de arena colocados sobre el talud del acceso contribuyen a la estabilidad de la carretera. Por otro lado, las medidas contra los cambios del lecho del río y socavación en la parte frontal de la obra de medida de emergencia se podrían considerar que no son suficientes.

Además, es necesario evaluar la durabilidad tales como disminución de la resistencia a causa de los rayos ultravioletas debido a que el material utilizado es polímeros sintetizados.

(a) Estabilidad

Se realizó la evaluación de la estabilidad del talud de la obra de medida de emergencia ejecutada por ABC (talud y consolidación de la base). La evaluación se realizó con el objetivo de ordenar los

documentos básicos para la evaluación del margen con las medidas de emergencias ejecutadas por el gobierno de Bolivia en la parte del terraplén de acceso al puente cual fue dañado por socavación, y su análisis de las obras de contramedidas.

Los puntos de análisis son: evaluación de las constantes de suelo utilizadas para la obra de medidas de emergencia en el margen; y evaluación de la estabilidad de la obra de medidas de emergencia en el margen en el momento del supuesto desastre.

En la evaluación de las constantes del suelo, a través de las fotografías de la situación actual y por planos de construcción obtenido, se estimó el estado de destrucción del talud y, se calculó el constante de suelo de la parte del terraplén del acceso al puente y del lecho del río, lo cuales son constante necesario para el diseño. En tal circunstancia, como se puede pensar que el talud fue destruido por grandes socavaciones generadas en la parte frontal de la protección del margen en el momento de desastre, por lo tanto se analizó considerando la evaluación del nivel del lecho en la parte frontal.

En la evaluación de la estabilidad de la obra de medida de emergencia, se realizaron para los dos casos mencionados abajo.

- Caso 1: Se realizó con la altura actual del lecho considerando la situación en que en la parte frontal de la obra de medidas de emergencia no se generó socavación.
- Caso2: Se realizó considerando la profundidad de socavación futura en la parte frontal de la obra de protección del margen.

En el último caso, la profundidad de socavación futura, de los resultados del estudio de suelo se tomó la profundidad de 7.4m cual es la profundidad hasta la altitud 270.1m donde existe la secuencia de la capa de arena fina suelta.

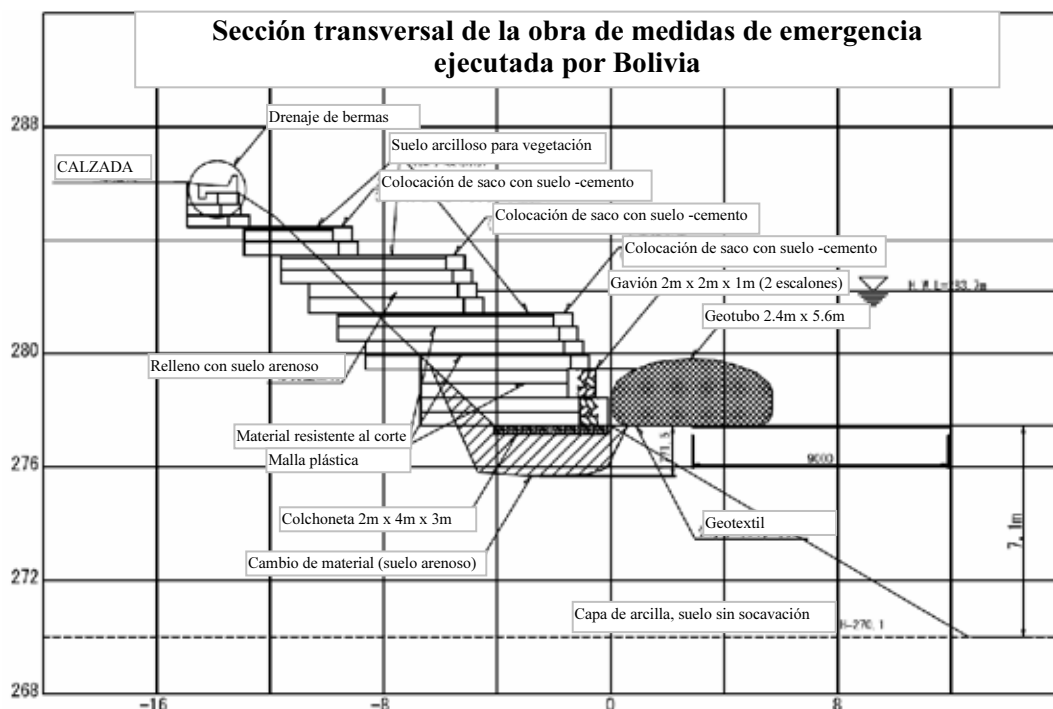


Figura 2-2-7 Sección vertical de obra medidas de emergencia y profundidad de socavaciones futuras

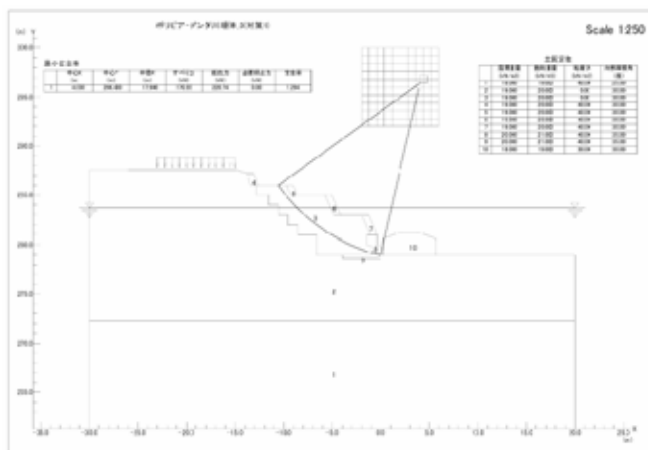
1) Resultado de evaluación de constantes de suelo

Para la evaluación del constante de suelo, se realizó la estimación del constante a través del cálculo inverso del estado de destrucción del talud. El resultado es como sigue:

Grado de seguridad del estado actual	1.00 (sin embargo, como la profundidad de la socavación frontal del talud es dato favorable para el cálculo, por lo que no se tomó cuenta en la ecuación)
Constantes de suelo estimadas	clase de suelo: suelo arenoso
Peso húmeda	$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\phi = 30^\circ$
Cohesión	$C = 4.6 \text{ kN/m}^2$ (sin embargo, se ignora en el cálculo)

2) Evaluación de la obra de medida de emergencia, Caso 1 altura actual del lecho (sin socavación)

El resultado de la evaluación de la protección de margen ejecutada como medida de emergencia se muestra a continuación:



Grado de seguridad requerido 1.20

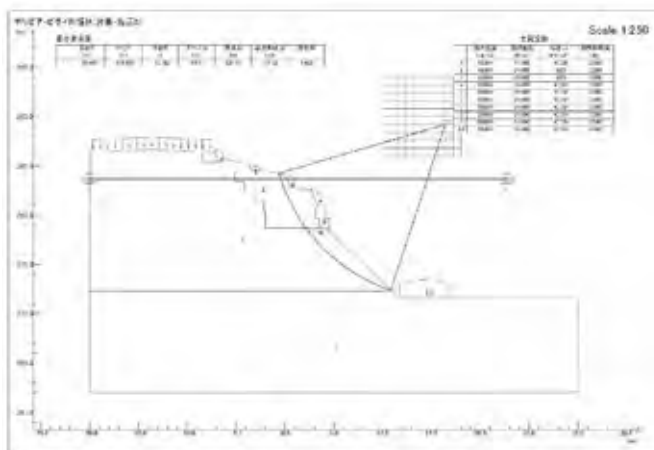
Cohesión del suelo-cemento, calculada como $C = 40 \text{ kN/m}^2$

El grado de seguridad calculado es:

1.294 **OK**

Figura 2-2-8 Estabilidad de la obra de medida de emergencia (Lecho actual del río)

3) Evaluación de la obra de medida de emergencia, considerando la socavación futura en la parte frontal del terraplén de protección de margen



Grado de seguridad requerido: 1.20

Profundidad de socavación: 7.10m
Geotubos, siguiendo en estado de degradación actual

Grado de seguridad calculado:

0.552 **NG**

Figura 2-2-9 Estabilidad de la obra de medida de emergencia (Lecho socavado)

En caso que se mantenga el nivel del lecho a aguas arriba del terraplén de acceso, la estabilidad del talud es asegurada. Sin embargo, en el caso que el nivel del lecho baje a causa de socavación, se generará hundimiento de los geotubos cual son obras de consolidación de la base y destrucción del talud.

(b) Durabilidad

Como los geotextiles para construcción son polímeros sintéticos, material de fibra petroquímica, requieren la evaluación sobre resistencia y durabilidad. Respecto a las especificaciones de geotextiles, existen propuestas parecidas a la norma AASHTO (2007) y Task Force 25 (AASHTO-ABC-ARBTA) (1986). En el caso que nos ocupa se siguen las especificaciones de AASHTO para evaluación de geotextiles.

Según la especificación de la norma AASHTO sobre la durabilidad de polímeros usados en la construcción como material de refuerzo geosintético, se debe asegurar un mínimo de 70% de resistencia a la oxidación por Rayos Ultravioleta después de transcurridas 500 horas de prueba según el ensayo ASTM D4355.

El GT1000 y GT500 son especificaciones del geotubo y mantas respectivamente.

Respecto a la oxidación por rayos ultravioleta cual afecta a la durabilidad del material, se obtuvo como resultado que el material GT1000 utilizado para el geotubo no satisface el valor de 70% de la norma.

Tabla 2-2-3 Especificación del material de Geotubo

Geolon® GT1000

Geolon® GT1000 se compone de fibras monofilamento de poliéster de alta tenacidad, las cuales están tejidas en una red estable, de manera que mantengan su posición relativa. GT1000 es inerte a la degradación biológica y resistente al ataque de productos químicos, sales solubles y ácidos que están normalmente presentes en el medio ambiente.

Propiedades Mecánicas	Prueba de Ensayo	Unidad	Valor Promedio Mínimo por Rollo	
			MD	CD
Resist. a la Tensión (Última)	ASTM D 4595	kN/m (lbs/in)	175 (1000)	175 (1000)
Resist. a la Tensión - Elongación	ASTM D 4595	%	15 (max)	15 (max)
Resistencia a la Costura de Fábrica	ASTM D 4884	kN/m (lbs/in)	88 (500)	
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	mm (U.S. Sieve)	0.150 (100)	
Rata de Flujo	ASTM D 4491	l/min/m ² (gpm/ft ²)	240 (6)	
Masa/Unidad de Area	ASTM D 5261	g/m ² (oz/yd ²)	813 (24)	
Resistencia UV (a 500 horas)	ASTM D 4355	% Resistencia retenida	65	

Tabla 2-2-4 Especificación del material de Geomalla

Geolon® GT500

Geolon® GT500 se compone de fibras monofilamento de polipropileno de alta tenacidad, las cuales están tejidas en una red estable, de manera que mantengan su posición relativa. GT500 es inerte a la degradación biológica y resistente al ataque de productos químicos, sales solubles y ácidos que están normalmente presentes en el medio ambiente.

Propiedades Mecánicas	Prueba de Ensayo	Unidad	Valor Promedio Mínimo por Rollo	
			MD	CD
Resist. a la Tensión (Última)	ASTM D 4595	kN/m (lbs/in)	70.0 (400)	96.3 (550)
Resist. a la Tensión - Elongación	ASTM D 4595	%	20 (max)	20 (max)
Resistencia a la Costura de Fábrica	ASTM D 4884	kN/m (lbs/in)	52.5 (300)	
Rata de Flujo	ASTM D 4491	l/min/m ² (gpm/ft ²)	813 (20)	
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	mm (U.S. Sieve)	0.425 (40)	
Masa/Unidad de Area	ASTM D 5261	g/m ² (oz/yd ²)	585 (17.3)	
Resistencia UV (a 500 horas)	ASTM D 4355	% Resistencia retenida	70	

Capítulo 3
Contenido del Proyecto

Capítulo 3 Contenido del Proyecto

3-1 Resumen del Proyecto

3-1-1 Antecedente del Proyecto

El Gobierno de Bolivia, en su plan nacional de desarrollo, considera como política esencial la construcción de infraestructuras viales que fomenten la activación económica. En especial, la Ruta Nacional No. 4, que une las tres grandes ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, es una carretera troncal para la distribución mercantil y tiene alta importancia internacional como corredor de exportación entre el este y el oeste que conecta con los países vecinos, Brasil y Chile.

El Puente de la Amistad Boliviano - Japonés, ubicado sobre la carretera Nacional No. 4, fue afectado por la inundación del río Piraí en el año 2008, en la que el acceso al puente quedó dañado. Como respuesta a la situación producida, el gobierno boliviano implementó medidas de emergencia tales como obra de protección de margen, sin embargo debido a limitaciones técnicas y económicas, se encuentra en una situación dificultosa para tomar medidas en el caso de que sobrevenga otra inundación. Ante tal circunstancia, el Gobierno de Bolivia dirigió a Japón una solicitud de cooperación financiera no reembolsable para "medidas de protección de márgenes contra socavaciones fluviales" a fin de atender a los daños causados por las inundaciones en los ríos Piraí, Yapacaní e Ichilo en el año 2008.

Ante la solicitud, el Gobierno de Japón, desde la perspectiva del control fluvial a mediano y largo plazo, decidió realizar un estudio para formulación de un programa y presentar el plan de apoyo a través de la verificación de la situación actual, análisis de sistemas y proyectos necesarios para ejecutar las medidas de protección de márgenes, acompañándolo con las recomendaciones pertinentes.

3-1-2 Objetivo del Proyecto

El presente Proyecto tiene como objetivo proponer medidas (alternativas) necesarias contra la erosión causada por la inundación del río Piraí para la conservación del acceso al Puente de la Amistad Boliviano - Japonés ubicado en la Ruta Nacional No. 4. Es decir, el objeto son las medidas de protección de márgenes del acceso al Puente de la Amistad Boliviano - Japonés ubicado en la carretera Nacional No. 4 dañado por la inundación, y la finalidad es emitir una evaluación técnica de las medidas de emergencia realizadas por la parte boliviana, trazar alternativas de medidas de protección de márgenes, necesarias desde una perspectiva a mediano plazo, hacer un diseño preliminar, calcular el costo estimado del proyecto y elaborar una propuesta de cooperación técnica para el plan de apoyo de fortalecimiento de la capacidad de las instituciones ejecutoras de la administración de los ríos

3-1-3 Resumen del proyecto

En el presente Proyecto, como proyecto de cooperación para lograr los objetivos antes mencionados, se hizo un diseño preliminar de las instalaciones como medida estructural y un cálculo del

costo estimado de la obra. Las instalaciones comprenden el refuerzo de la protección de márgenes realizada como medida de emergencia y las obras de encausamiento y método Veleta para prevenir la erosión en el acceso al puente. Como medidas no estructurales, se recomendó la corrección del curso fluvial con extracción de grava para prevenir la erosión. Además, se analizaron las necesidades de asistencia técnica relacionada con la prevención de erosión en los márgenes. La obra será ejecutada por la parte boliviana.

El resumen de las instalaciones y el objetivo de la construcción son como sigue:

- Instalación de obras de encausamiento formadas de gaviones con una longitud de 200m y método Veleta formadas de 60 pilotes con una longitud de 700m, ubicados a 1.5km curso arriba del margen derecho del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés: Tienen como objetivo de dirigir la corriente hacia el puente mediante las obras de encausamiento y prevenir la generación de meandros con método Veleta.
- Refuerzo de las 3 obras de encausamiento existentes de una longitud de 450m, ubicadas a 400m río arriba del margen izquierdo del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés: Tienen como objetivo reforzar las funciones de conducción de corriente y sedimentación de arena y prevenir erosiones causadas por meandros.
- Refuerzo con gaviones de la obra de consolidación de la base a lo largo de la protección de la orilla del acceso al puente de una longitud de 250m: Tiene como objetivo de asegurar la seguridad contra socavaciones frontales mediante la obra de consolidación de la base y reforzar la resistencia de los geotubos con gaviones.

La forma estructural de las instalaciones, cantidades y sus especificaciones se muestran a continuación:

Tabla 3-1-1 La forma estructural de las instalaciones, cantidades y sus especificaciones

Ítem	Estructura	Cantidad, dimensiones, estructura
Obra de medidas en 1.5km aguas arriba en margen derecha del puente	Encauzamiento	2 unidades, longitud 150m+100m=250m, gaviones
	Método Veleta	2 hileras*30=60 unidades, longitud 4.8m, distancia 27m, longitud de instalación 783m, pilotes de madera
Obras de medidas en 400m aguas arriba en margen izquierda del puente	Reforzamiento de las obras de encauzamiento	3 unidades, longitud 45m+100m+200m=345m, pilotes de madera
	Reforzamiento de las obras de protección de margen	Longitud : 250m, gaviones

En la programación de construcción de la obra se planificó considerando que la obra es ejecutada básicamente en la estación seca, sin embargo considerando las situaciones tales como obtención de presupuesto en Bolivia, se planificó 2 alternativas mostradas en la tabla inferior: programación de construcción en un año fiscal y programación de construcción para varios años fiscales.

Tabla 3-1-2 Programación de construcción para un año fiscal

Obra	Clasificación de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trabajo preparativo	Topografía	■											
	Provisión de material	■	■	■	■								
	Conformación de patio para construcción	■	■										
	Conformación de camino para construcción			■	■								
Contramedidas (Derecha)	Instalación de las Veletas				■	■	■	■	■	■			
	Instalación de las obras de encausamiento				■	■	■	■	■				
Contramedidas (Izquierda)	Reforzamiento de las obras de encausamiento									■	■	■	
	Taabajos de consolidación				■	■	■	■	■	■			

Tabla 3-1-3 Programación de construcción para varios años fiscales

Obra	Clasificación de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Trabajo preparativo	Topografía				■												■									
	Provisión de material				■	■	■	■										■	■	■						
	Conformación de patio para construcción				■																					
	Conformación de camino para construcción					■													■	■						
Contramedidas (Derecha)	Instalación de las Veletas																		■	■	■	■				
	Instalación de las obras de encausamiento						■	■	■																	
Contramedidas (Izquierda)	Reforzamiento de las obras de encausamiento																		■	■						
	Taabajos de consolidación					■	■	■	■	■																

Tal como se muestra en la tabla siguiente, se ha calculado que aproximadamente el costo de la obra donde el monto total se estima un valor de un millón cuatrocientos mil (US\$1,400,000) dólares americanos. Así mismo, el costo aproximado posee factores indefinidos debido a que se estima la subida de los precios.

Tabla 3-1-4 Cálculo aproximado del costo del Proyecto

Ítem	Costo aproximado de construcción (US\$)
Medidas en margen derecha a 1.5km aguas arriba del puente: Encauzamiento y Método Veleta	600,000
Medidas en margen izquierda a 400m aguas arriba del puente: reforzamiento en obras de protección de margen y en obras de encauzamiento	600,000
Subidas de precios y supervisión de la obra	200,000
Total	1,400,000

Respecto a la asistencia técnica, se destina a la Administradora Boliviana de Carreteras (en adelante ABC) y al Servicio de Encausamiento de Aguas y Regularización del Río Pirai (en adelante SEARPI). Para ABC es necesario definir las técnicas considerando las características de Bolivia, y se puede pensar en el envío de expertos en ordenamiento de datos hidrológicos para la planificación y diseño de instalaciones y la elaboración de manuales técnicos de medidas contra desastres fluviales en puentes y carreteras en función de los daños ocurridos hasta ahora en Bolivia.

Por otra parte, SEARPI, a pesar de enfrentarse a problemas como los daños causados por inundaciones de ríos, la erosión de caminos y terrenos cultivados a causa de la alteración del curso fluvial y el impacto de la extracción de materiales de agregados en el Departamento de Santa Cruz, es todavía una organización frágil como administrador fluvial. Además, en cuanto a las técnicas aplicables, se requieren técnicas que puedan hacer buen uso de las características locales, además de técnicas aplicadas en países desarrollados. Por esta razón, se puede pensar en la evaluación de las medidas realizadas hasta la fecha mediante proyectos de cooperación técnica, y en la introducción de nuevas técnicas adaptadas al terreno local.

3-2 Medidas para la conservación del acceso al puente

El proyecto consiste en elaborar alternativas de medidas estructurales y medidas no estructurales de la protección de las márgenes del acceso al puente al Puente de la Amistad Boliviano - Japonés. Para determinar dichas medidas aclaramos el estado de la carretera dañada y sus causas, y analizaron las medidas para solucionarlas.

El acceso al puente fue dañado por la inundación ocurrida a principios del año 2008. La extensión de los daños fueron: erosión de la orilla de 800m de longitud y 100m de ancho ubicada aguas arriba del margen izquierdo del puente, colapso de la obra de encausamiento de 800m de longitud instalada en orillale margen, Socavación frontal del acceso al puente y derrumbe del talud del camino en una longitud de 200m con una altura de 8m. Como consecuencia, la carretera quedó disponible sólo un carril, afectando considerablemente el tráfico de la Ruta Nacional No.4.

La causa directa de los daños está en que la confluencia de los ríos Pirai y Guendá se movió más de 4km aguas arriba, lo que alteró la configuración del meandro causando el Socavación frontal del acceso al puente y el desplome del talud. Asimismo, la causa indirecta está en que la magnitud proyectada del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés es de 1/20 de probabilidad cual que es pequeña, la longitud del puente es corta, y el acceso al puente fue expuesto a peligro debido al impacto de la alteración del curso fluvial.

Ante los daños causados en el acceso al puente, se ejecutó la obra de medidas de emergencia. Se realizaron reforzamiento mediante cambio de material en el suelo soporte con suelo arenoso con la finalidad de obtener la estabilidad del terraplén, instalación de gaviones como cimentación, colocación de sacos de arena para la estabilización del talud y colocación de geotubos y colchonetas como medidas contra la socavación. Además en aguas arriba, fueron ejecutadas las obras de encausamiento con pilotes

de madera, sin embargo a pesar de que la protección de márgenes contribuye a la estabilización del terraplén, es inestable contra socavaciones frontales y no es del todo suficiente. Asimismo, los geotubos presentan problemas de resistencia. Las obras de encausamiento fueron instaladas nuevamente, no obstante su funcionalidad es insuficiente para la conducción de corriente y la sedimentación de arena.

Al analizarlo, se puede pensar que las medidas de emergencia existentes están desempeñando sus funciones en cierta manera, no obstante no pueden atender suficientemente a la generación de meandros que fueron causa del desastre y tampoco son suficientes estructuralmente. Por esta razón analizamos las medidas de protección de márgenes, que serán medidas tanto estructurales como no estructurales.

Como medidas estructurales, se consideró la alternativa de reforzamientos en el acceso al puente, estribos y pilas, la alternativa de instalación de un muro guía en aguas arriba del puente y la alternativa de estabilización del curso fluvial mediante obras de encausamiento para conducir inundaciones hacia el puente. Entre estas alternativas, optamos a corto plazo la conservación de la seguridad del acceso al puente, reforzar la protección de márgenes y regular el curso fluvial de aguas arriba.

Como medidas no estructurales, puesto que en el río Piráí se extraen gravas como material de agregado, se puede aprovechar esta circunstancia y plantear las alternativas de excavar el lecho del río en base al plan de encausamiento del río Piráí moviendo el punto de confluencia con el río Guendá a su posición original y ordenar el curso fluvial del mismo río. Para la extracción de grava, el municipio tiene facultad sobre el derecho de extracción, por tanto proponemos determinar el alcance de la extracción y dar instrucciones sobre la extracción en colaboración entre ABC quienes administran las carreteras, SEARPI quienes administran el río Piráí, y el municipio, administrador del derecho de extracción.

Respecto a la extracción de materiales de agregados, existe la generación de daños debido al hundimiento del lecho alrededor de pilas y estribos, a causa de la explotación excesiva, y asimismo en la cuenca se observan daños causados por la pérdida de arena y tierra, por tanto se requiere trazar un plan de control de arena y tierra en la cuenca y realizar una gestión conforme al plan. Por consiguiente, como parte de las medidas no estructurales, será deseable dirigir y controlar la extracción de grava.

3-3 Planificación preliminar de instalaciones

3-3-1 Lineamiento del diseño

(1) Lineamiento básico

Las instalaciones objeto del diseño atenderán a las causas de los daños de la inundación ocurrida en marzo de 2008 y consistirán en el refuerzo de la protección de márgenes y las obras de encausamiento para ordenar el curso fluvial aguas arriba. La magnitud proyectada de instalaciones se basará en la premisa de 1/20, la misma magnitud proyectada para el actual puente, y se analizará la posibilidad de atender a inundaciones mayores.

El actual puente está construido bajo una baja magnitud de probabilidad proyectada de 1/20 y la longitud del puente es corta en relación con el ancho del río, y para una magnitud de probabilidad proyectada de 1/100, se requería una prolongación del puente de más de 90m como mínimo. Pensamos que por esta razón no fue posible atender a la alteración del curso fluvial y se produjeron los daños. El lecho del río se encuentra rebajado y aunque la longitud actual del puente puede permitir el paso de una inundación de 1/100 de probabilidad, queda en entredicho la estabilidad de los estribos y pilas contra socavaciones. Además, el puente lleva 46 años desde su construcción y aunque fueron reparadas parcialmente vigas armadas y losas, a la larga se verá afectado por problemas de resistencia.

Ante tal problemática, analizamos la magnitud de medidas de protección de márgenes. Primero, comparamos las características de cada una de las alternativas de la protección de márgenes, ordenamiento del curso fluvial aguas arriba, extensión del puente y reconstrucción del puente. Como consecuencia, obtuvimos las siguientes conclusiones, en base a las cuales adoptamos una magnitud proyectada de 1/20 de probabilidad para las instalaciones.

- Las alternativas de la protección de márgenes y la regulación del curso fluvial no pueden dar solución completa a la problemática existente, por tanto lo correcto será implementar medidas adicionales dentro de un límite que garantice la factibilidad económica.
- La extensión del puente solucionaría parte de la problemática, pero conllevaría problemas de grandes costos para la construcción de carreteras provisionales, por lo que tampoco puede considerarse como solución radical.
- La reconstrucción del puente solucionaría la problemática y si aumenta la demanda del tráfico en el futuro, se garantizaría la factibilidad económica, por tanto esta alternativa puede considerarse como óptima.

Las medidas a tomar en caso de exceder la magnitud proyectada, serán el almacenamiento de materiales para la reparación del acceso al puente y el trazado y ejecución de un plan de medidas de emergencia.

Como alcance de la construcción de las instalaciones, se construirán las instalaciones en la curvatura del margen izquierdo aguas arriba del acceso al puente y en la curvatura ubicada a 1.5km aguas arriba del margen derecho para solucionar el meandro que causó los daños.

Existe otra curvatura a 3km aguas arriba del margen izquierdo y como la topografía es baja en esa zona, en el pasado hubo caso en que se bifurcó el río en este lugar afectando a la Ruta Nacional No.4 y a la comunidad de Portachuelo. El presente diseño es contramedidas para el acceso al puente, se limitó en señalar problemas separadamente sobre el mencionado caso.

El diseño preliminar y el cálculo del costo estimado de la construcción de las instalaciones de las contramedidas se realizarán en este proyecto, no obstante, la parte boliviana, conforme a dichos resultados, se hará cargo del diseño detallado, la selección de contratista, la ejecución y supervisión de la obra y la administración y mantenimiento de las instalaciones, por tanto, se seleccionarán métodos ejecutables y materiales obtenibles localmente.

Tabla 3-3-1 Comparación de las características de medidas de protección de margen, extensión del Puente y Reconstrucción del Puente

TEMA El Puente existente tiene problemas referente al funcionamiento como ser: aseguramiento del tráfico y flujo seguro en inundaciones. Además queda la temática estructural como ser : medidas contra socavación en Estribo, Pilares y camino de acceso. Requiere control en cuanto a su durabilidad.

Propuesta de contramedida	Obras de protección de margen	Extensión del Puente	Reconstrucción del Puente
Resumen/Item de evaluación	Conservar la seguridad del camino de acceso al Puente mediante reforzamiento de la obra de protección de margen en los accesos, instalación de estructura de encausamiento en curso aguas arriba.	Conservar la seguridad del Puente y sus accesos resolviendo el problema de estrechamiento del flujo del río en el Puente mediante extensión de aproximadamente 100m.	Conservar la seguridad del Puente y sus accesos y conjuntamente adecuar a la demanda de tráfico mediante reconstrucción del Puente con una longitud de 400m.
Aseguramiento del tráfico	Inconveniencia en el tráfico debido al ancho reducido.	Inconveniencia en el tráfico debido al ancho reducido.	Se resuelve la temática debido a la ampliación del ancho.
Flujo en inundación	Se genera el crecimiento del nivel de agua debido a la falta de área hidráulica necesaria para el flujo de agua en momento de inundación.	Se soluciona inconveniencias contra inundaciones debido a que se conserva una área hidráulica necesaria aproximada.	Se soluciona inconveniencias contra inundaciones debido a que se conserva una área hidráulica necesaria aproximada.
Socavación	Se genera socavación en los pilares y estribos, bajada del nivel del lecho del río debido al estrecho ancho del río. Sin embargo es efectivo para socavación en los accesos del Puente.	Queda solucionado el problema de socavación debido al amplitud del ancho del río.	Queda solucionado el problema de socavación debido al amplitud del ancho del río.
Durabilidad	Queda la temática respecto a la Durabilidad. Requiere el planteo de algunas medidas mediante monitoreo.	Queda la temática respecto a la Durabilidad. Requiere parcialmente el planteo de algunas medidas mediante monitoreo.	Queda solucionado el problema relacionado con la Durabilidad.
Constructibilidad	No hay problemas en cuanto al reforzamiento de la obra de protección de margen en los accesos al Puente. Sin embargo respecto a la instalación de la estructura de control en agua arriba requiere construir viendo el estado y condiciones.	Durante el proceso de extensión del Puente, hace necesario la construcción del Desvío. Además genera inconveniencia en circulación durante su construcción.	Es posible mantener la circulación en el Puente existente, cual no hay problemas mayores respecto a la constructibilidad.
Consideraciones socio-ambiental	No hay traslado de los habitantes lo cual no hay problemas socio-ambientales. Además es menor la influencia hacia el medio ambiente.	No hay traslado de los habitantes lo cual no hay problemas socio-ambientales, sin embargo se puede estimar ciertos grados de influencia al medio ambiente durante la construcción.	El traslado de los habitantes es menor lo cual no hay problemas socio-ambientales, sin embargo se puede estimar la influencia hacia medio ambiente debido al incremento de tráfico.
Riesgo	Existen riesgos como socavación generado por inundación y daños estructurales al pórtico causado por vehículos	Existe riesgos como daños estructurales al pórtico causado por vehículos.	Riesgos como socavación generado por inundación y daños estructurales al pórtico causado por vehículo son ampliamente disminuido.
Evaluación general	Como la temática no está resuelto completamente, es preciso tomar medidas necesarias dentro del alcance de obtención de eficiencia económica.	La temática se resuelve parcialmente, no obstante existe el problema de construcción del Desvío. Además no es una solución radical.	Con el aumento de la demanda de tráfico, se resuelve la temática. Por lo tanto si se obtiene la eficiencia económica, esta propuesta es la más ideal.

(2) Lineamiento sobre las condiciones naturales

Respecto a la topografía fluvial, se diseñará las instalaciones en base a los datos de la medición de noviembre del año 2009, sin embargo, se estima que la configuración del curso fluvial sufra alteración antes de la ejecución, por tanto el diseño de las instalaciones será el diseño que pueda responder a estos cambios.

La cantidad de socavación alrededor de estructuras será calculada con una fórmula adecuada teniendo en cuenta el material del lecho y las condiciones hídricas. En el río Piráí alrededor del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés las arenas se encuentran sedimentadas sobre el suelo arcilloso.. Por consiguiente, se podría considerar que las socavaciones alcanzarán como máximo hasta el suelo arcilloso. Según los datos de sondeo, el espesor de la capa de arena varía un poco dependiendo del lugar, siendo el valor entre 7 a 8 m. En consecuencia, la cantidad de socavación se calculará considerando el espesor de arena.

Como medida contra socavaciones en la protección de márgenes y obras de encausamiento se emplea la obra de consolidación de la base, y en caso de que la socavación sea profunda, se instalarán obras de consolidación de la base alrededor de estructuras para que hagan efecto al ser socavadas y hundidas. Al instalar obras de consolidación de la base luego de la excavación hasta la profundidad de socavación, se reducirá el costo de la obra. Para la administración y mantenimiento de las obras de consolidación de la base, se seleccionará la forma necesaria para que sean efectivas a un caso de hundimiento, y estas formas serán mantenidas.

Para el diseño de obras de encausamiento, el objeto del análisis será el caudal que es un factor determinante en la alteración del lecho. Se admite que los principales cursos de flujo se mantienen con un valor medio del caudal máximo anual o un caudal que llena el curso de flujo bajo. Este flujo será considerado para la distribución de las instalaciones y la determinación de los factores. Además el dicho caudal, según los valores observados en los últimos 30 años, es de $1.100\text{m}^3/\text{s}$ en el río Piráí.

(3) Lineamiento para las condiciones sociales

Las instalaciones serán colocadas dentro del curso fluvial del río Piráí, y en las cercanas no existen viviendas, por lo que el impacto hacia la vida social es prácticamente cero. El terreno provisional que se necesita durante la ejecución de la obra será arrendado, sin embargo el terreno previsto está dentro de la propiedad del Estado, por lo que no se generará problemas. Sobre los impactos medioambientales de residuos industriales y ruido, es necesario tomar las medidas adecuadas cumpliendo las leyes de Bolivia. Además se consideró que en el uso del suelo local y el medio ambiente de sus alrededores no habrá cambio en relación con el momento del estudio preliminar.

La subida de precios de materiales de construcción en el Departamento de Santa Cruz es notorio en estos años. En el cálculo del costo estimado de la obra se ha considerado un incremento de precios en un 10%, no obstante, se realizará los cálculos en función a la condición real en el momento de la contratación de la obra.

(4) Lineamiento para las condiciones de construcción

Sobre las normas del diseño de instalaciones, serán las que se aplican en Bolivia y, en caso necesario, se tomarán como referencia la norma AASHTO, la norma japonesa para la técnica de control de erosión de suelo “Sabo” en los ríos, reglamentos estructurales para administración de las instalaciones fluviales, y las normas HEC18, HEC20, y HEC23 de Estados Unidos.

Se elaborará la planificación preliminar en la forma que posibilite la licitación en el momento de construcción.

Para las condiciones laborales, se cumplirá la ley laboral de Bolivia y se respetarán condiciones y costumbres adecuadas de empleo.

Los materiales serán principalmente los que son adquiribles localmente tales como madera y gravas, sin embargo debido al número limitado de los proveedores, para la estimación de costos de construcción se definirá previamente el proveedor para luego realizar el cálculo.

(5) Lineamiento para el uso de contratistas locales

Hasta la fecha las obras fluviales han sido ejecutadas por SEARPI y se hará el uso de los contratistas que hayan hecho las obras similares en la localidad.

(6) Lineamiento de operación, administración y mantenimiento

Las obras de encausamiento para el ordenamiento del curso responde al movimiento del curso fluvial, donde existe la necesidad de cambiar la posición y la estructura, por tanto, es indispensable hacer un monitoreo periódico, comprobar los efectos, administrar y mantener las instalaciones. No obstante, en general no suele darse una administración y mantenimiento efectivo en Bolivia. Además, debido a que en las estructuras fluviales hay más casos de daños por inundaciones que por deterioro, el plan contempla la restauración en caso de ser dañadas las estructuras.

(7) Lineamiento para el establecimiento de la categoría de instalaciones

Sobre la categoría de las instalaciones, se seguirán las directrices técnicas de Bolivia y las estructuras similares locales.

(8) Lineamiento sobre metodología y calendario de la obra

Se tendrán en cuenta métodos que se practican localmente. Los principales métodos locales son: obras de encausamiento con de pilotes de madera, gaviones y obras de consolidación de la base con colchonetas.

El periodo de la obra será programado de manera que permita adquirir materiales en la estación de lluvias y empezar la obra en la estación seca. Se consideró el requerimiento de tiempo para la adquisición de materiales debido a la utilización de materiales locales.

3-3-2 Plan básico

3-3-2-1 Condiciones de diseño

(1) Ordenamiento del estado de daños y sus causas

Para ordenar las condiciones de diseño, se han resumido el estado de daños y sus causas. La causa directa de los daños fue que la inundación ocurrida en 2008, donde a causa de dicha inundación, el punto de confluencia entre el río Piráí y el río Guendá se movió a aguas arriba y se alteró la posición del meandro ubicado aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano – Japonés, por ende, el flujo de la inundación corrió a lo largo del margen izquierdo del acceso al puente lado aguas arriba. Como consecuencia, la parte frontal del acceso quedó socavado y el terraplén de acceso quedó erosionado. Por otra parte, debido a que no se observa casi ningún daño en los estribos y pilas protegidas por las obras de protección de margen reparadas en el pasado y protección del lecho, se verificaron los efectos de la reparación.

La obra de encausamiento con pilotes de hormigón (11m de longitud) instalada aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés fue arrastrada casi en su totalidad y la orilla del río quedó erosionada en un ancho de unos 300m y una longitud de 800m. Por tanto presumimos que la obra de encausamiento instalada fue insuficiente en cuanto a la función de conducción de la corriente y la sedimentación de arena.

Después de los daños, se instaló la obra de encausamiento con pilotes de madera como medida de emergencia y en dicha obra actualmente se encuentra una sedimentación de arena de 0.5m. La obra de encausamiento actuales se considera que funciona relativamente efectivo, sin embargo se estima los problemas de estabilidad y efectividad en el momento de inundación como la de 2008.

Como las causas indirectas está la alteración general del río Piráí, la bajada del nivel del lecho y la longitud corta del puente. No obstante, para estudiar medidas, con el fin de garantizar a corto plazo la seguridad del acceso al puente, se decidió analizar el refuerzo de la protección de margen, la regulación del curso fluvial aguas arriba, la planificación correspondiente a la magnitud proyectada del puente actual (1/20) y medidas para una inundación superior a la magnitud proyectada.

En comparación con la línea normal proyectada del curso fluvial del río Piráí en 1991, se observa que el flujo de la inundación se serpenteó considerablemente hacia la orilla derecha a unos 1.5km aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés y causando una erosión sobrepasando la línea normal proyectada del curso con flujo bajo.

Por otra parte, la vía de acceso del margen izquierdo aguas arriba quedó erosionada sobrepasando la línea normal del canal bajo proyectado, lo que revela que el curso fluvial serpenteó considerablemente contra la línea normal del canal bajo.

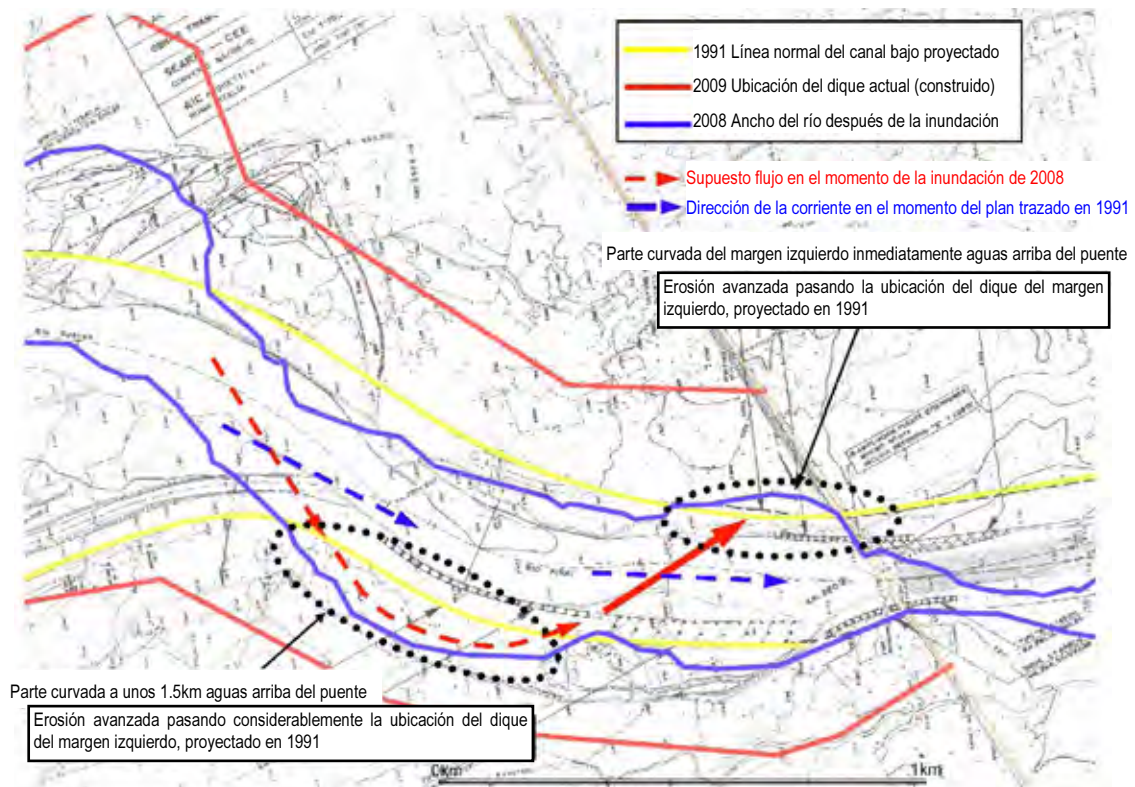


Figura 3-3-1 Estado de las márgenes erosionadas por la inundación ocurrida en el 2008 y planificación de dique (SERARPI)

(2) Cálculo del volumen hidráulico

Para poner en orden las condiciones de diseño de las instalaciones, se hicieron cálculos hidráulicos para un caudal proyectado de probabilidad de 100 años: $5,620\text{m}^3/\text{s}$, probabilidad de 20 años: $3,720\text{m}^3/\text{s}$ y un caudal dominante que determina el estado del curso fluvial: $1,100\text{m}^3/\text{s}$, y se determinaron los factores hidráulicos que servirán de condiciones de diseño.

El volumen hidráulico, según los resultados calculados, en el Puente de la Amistad Boliviano-Japonés da un caudal de $3,720\text{m}^3/\text{s}$ con una profundidad de agua 3.6m y un caudal de $1,100\text{m}^3/\text{s}$ con una profundidad de 2.4m, siendo la velocidad máxima de la corriente 5.1m/s y 3.5m/s respectivamente. Por otra parte, el ancho de la superficie de agua varía considerablemente en la ubicación del puente, con un caudal de $3,720\text{m}^3/\text{s}$ varía de 710m a 270m, con un caudal de $1,100\text{m}^3/\text{s}$, varía de 570m a 260m, reduciéndose el ancho en un 38% y un 46% respectivamente. Los resultados se indican en el siguiente cuadro. En la página siguiente se presentan los resultados de cálculos de variaciones verticales del nivel de agua, ancho del río y velocidad de la corriente para cada caudal.

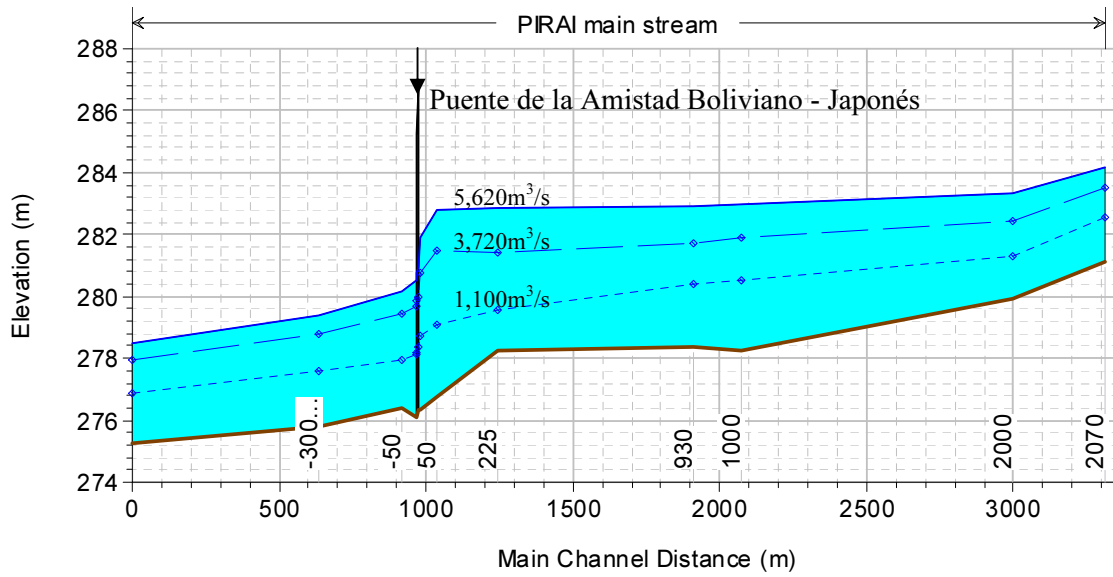


Figura 3-3-2 Variación vertical de nivel de agua

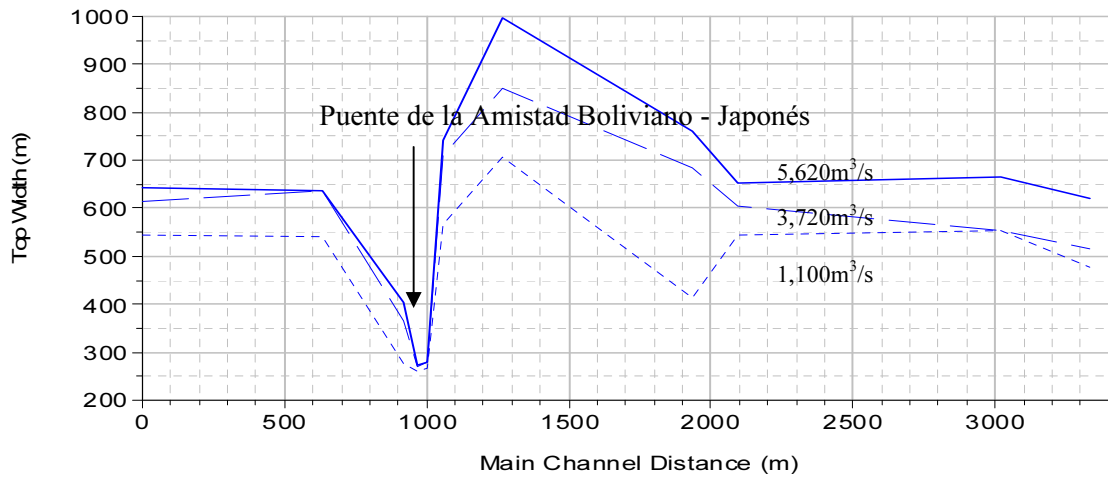


Figura 3-3-3 Variación vertical del ancho del río

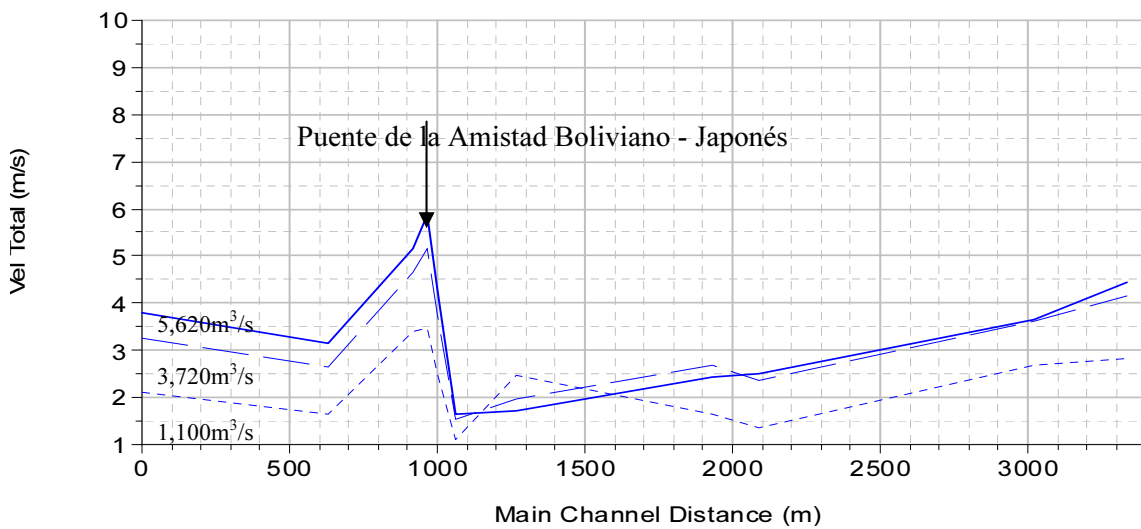


Figura 3-3-4 Variación vertical de la velocidad de corriente

(3) Cálculo estimado de la cantidad de bajada del nivel del lecho fluvial

El material predominante del lecho es material arenoso y casi no se observa grava s y arcillas. Según los resultados del análisis de granulometría de las muestras obtenidas del estudio del suelo, se comprobó que el diámetro medio de granos del estrato de arena es de 0.2mm.

Se muestra la gráfica la medición de la forma del sección transversal del lecho del río realizada por SEARPI, donde la profundidad máxima del nivel del lecho en la ubicación del Puente de la Amistad Boliviano – Japonés bajó en 1.9m en 20 años desde 1987 hasta 2007, reduciéndose 0.1m anualmente. Suponiendo que la vida útil de las instalaciones es 20 años, la cantidad de bajada del nivel del lecho en general será 2.0m.

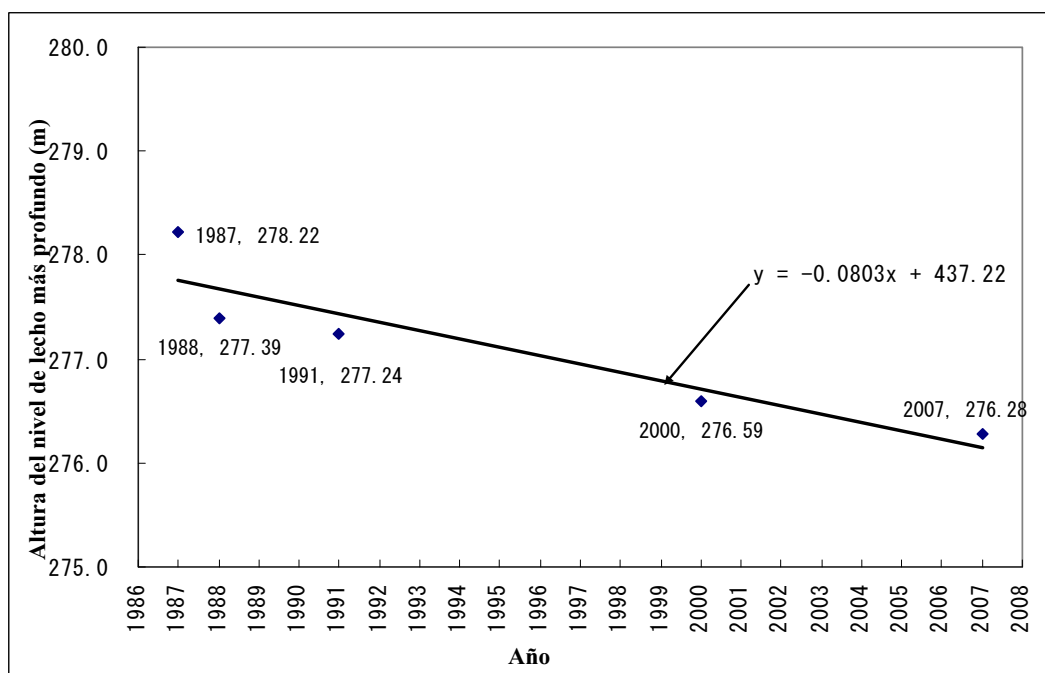


Figura 3-3-5 Variación de la altura del nivel de lecho más profundo en la ubicación del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés (mediciones de SEARPI)

Además de la bajada del nivel del lecho en general, se estima la excavación local profunda. En esta ubicación se menciona las siguientes causas de la excavación profunda: la curvatura de la corriente, la variación del ancho del río y estructuras.

Una excavación profunda causada por una curvatura se puede estimar con la fórmula empírica de Thorn a partir del radio de curvatura del curso fluvial, el ancho del río y la profundidad del agua. Introduciendo los datos de profundidad de agua de 2.3m en el momento en que el caudal predominante sea 1,100m³/s y el ancho promedio de 570m, el valor de la cantidad de socavación causada por la curvatura será 2.0m.

Cuando existe el cambio del ancho del río, el nivel del lecho baja en la parte angosta del río en el momento de inundación. Al calcular siguiendo el manual de Bolivia a partir de la relación entre los anchos de aguas arriba y de la parte angosta, el ancho del río de aguas arriba es de 570m y como el ancho del río en puente es de 260m, la cantidad de socavación a causa de la variación del ancho del río será de 1.0m.

Cuando existen estructuras en medio de la corriente, aumenta la velocidad de la corriente alrededor de las mismas ocasionando vorágines o corrientes de orden secundarias y también socavaciones locales. En el caso del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés, se puede pensar que la generación de las socavaciones locales es a causa de las estructuras como el acceso al puente, o protección de márgenes en la parte frontal de estribos y pilas. Si estimamos la cantidad de socavación considerando que el acceso al puente está sobresalido en un ángulo de 130 grados con una longitud de 90m en el río, la cantidad de socavación será 4.2m a causa de la estructura.

Estimando el valor de la cantidad bajada de nivel del lecho en el punto arriba mencionado a partir los valores de la cantidad bajada del nivel del lecho en todo el río Piraí ocurrida en transcurso de los años y la cantidad de socavación, la cantidad bajada de nivel en todo el lecho será de 9.2m.

Por otra parte, según los resultados del estudio de suelo, existe un estrato arcilloso debajo del estrato arenoso, por lo que se estima que la socavación se detendrá en el estrato arenoso. La altitud del estrato arcilloso en el punto mencionado es de 270.1m y al convertir este valor a la profundidad de socavación será 7.1. Esto significa que el valor es menos profundo que la cantidad de socavación 9.2m, por lo tanto se estima que la profundidad de socavación será aproximadamente 7.1m como máximo.

3-3-2-2 Plan general

La finalidad de este Proyecto es analizar las medidas (alternativas) necesarias contra erosiones ocasionadas por las inundaciones del río Piraí, para la conservación del acceso del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés ubicado sobre la Ruta Nacional No. 4. Considerando que la causa directa de los daños está en el meandro del curso fluvial, en la socavación de la parte frontal del acceso al puente y en el derrumbamiento del terraplén, se realizará el reforzamiento de protección de márgenes y regulación del curso fluvial en aguas arriba con el objetivo de garantizar la seguridad del acceso al puente.

El alcance del diseño abarca desde el margen izquierdo aguas arriba del acceso donde se produjeron los daños y la curvatura de la margen derecha a 1.5 km a aguas arriba donde se generó el meandro.

Las medidas en la curvatura de la margen derecha a unos 1.5 km aguas arriba del puente serán tomadas para cambiar la dirección de la corriente y se analizarán método Veleta, obra de encausamiento y muro guía.

Para la curvatura de la margen izquierda inmediatamente aguas arriba del puente se analizarán medidas para cambiar la dirección de la corriente, reducción de velocidad y sedimentación de tierras, y medidas contra socavaciones en la parte frontal del acceso al puente.

Por consiguiente, se analizarán el método Veleta, la instalación de obras de encausamiento y muros guías como medidas para cambiar la dirección de la corriente; la instalación de obras de encausamiento como medidas para reducir la velocidad de la corriente y sedimentar tierra; y la instalación de obras de consolidación de la base como medidas contra socavaciones en la parte frontal del acceso al puente.

Tabla 3-3-2 Las causas de daños y las alternativas de medidas

Causas directas	Medidas necesarias	Ejemplos de obras
Serpenteo del curso fluvial (Meandro)	Ordenamiento del curso fluvial	Protección de margen a bajo nivel de agua, obra de encausamiento, método Veleta, etc.
Socavación en la parte frontal del acceso al puente	Refuerzo de la protección de márgenes existente	Obra de consolidación de la base (colchonetas, mantas, etc.)
Desplome del terraplén	Atendido con medidas de emergencia	Refuerzo con Geomalla y geotubos (ya ejecutado)

Por otra parte, como una medida para garantizar la seguridad del acceso del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, se puede considerar a parte de las medidas arriba mencionadas, la construcción de muro guía. Este muro guía tiene la forma del terraplenado cual se construye a hacia aguas arriba del estribo, estas estructuras tienen el efecto de impedir que la corriente fluya a lo largo del acceso al puente y conduce el flujo establemente. Sin embargo esta medida no ha sido adoptada debido a la magnitud de la estructura es grande, económicamente costosa, y la posibilidad de que esta estructura convierta en un obstáculo en el caso que se realice la extensión del puente en el futuro. .

Respecto a la línea normal de las instalaciones, considerando la planificación de línea normal de márgenes analizado en el año 1991, la línea normal de los diques existentes y la línea actual del margen del río, se estableció la línea normal que dirija el flujo en la forma más suave posible hacia el puente. Concretamente, en el margen derecho la línea normal será la línea normal del dique proyectado en el año 1991 y en el margen izquierdo, la línea normal será la línea sigue a lo largo del margen actual del río.

3-3-2-3 Obras de medidas

En el análisis de obras de medidas, se analizarán tomando en cuenta aquellos daños cuyas causas directas sean el meandro del río, medidas de emergencia en la parte frontal del acceso al puente y el derrumbe del terraplén. Para tal ocasión, respecto a la dirección de la magnitud de las medidas, se analizarán los refuerzos de la protección de márgenes, regulación del curso fluvial aguas arriba y la magnitud proyectada (1/20) del puente existente con el fin de garantizar a corto plazo la seguridad del acceso al puente, y asimismo se analizará la medida cual responda a las inundaciones que sobrepasa a la magnitud proyectada.

(1) Obras de medidas en el margen derecho a 1.5km aguas arriba del puente

Puesto que una de las causas directas es el meandro del curso fluvial, considerando como el objetivo la regulación el curso fluvial del margen derecho a 1.5km a aguas arriba del acceso al puente, se evaluó comparando las medidas de dique conductor del flujo, obra de encausamiento y método Veleta.

En consecuencia de la comparación, se propone la adopción del Método Veleta como medida a tomar a 1.5km aguas arriba del acceso al puente, por la necesidad principal de una medida en la que cambie la dirección del corriente y así mismo pueda adaptarse a la alteración del curso fluvial, y por el punto de eficiencia económica.

Además, según los resultados del estudio de la evolución del curso fluvial con el transcurso del tiempo mediante fotografía satelital, se propone la instalación de obras de encausamiento para la parte del extremo del lado aguas arriba de la curvatura a 1.5km aguas arriba del acceso al puente, con el fin de convertir la corriente serpenteada a una corriente lineal y estable como la que fue originalmente.

Tabla 3-3-3 Comparación de obras de medidas en el margen derecho a 1.5km aguas arriba del puente

	Obra de encausamiento	Método Veleta	Dique conductor de corriente
Medidas contra meandros	Sedimentación en aguas abajo de la estructura. Mejoramiento del flujo en las curvas.	Frena el flujo en crecida en las curvas.	Frena el flujo obligadamente. Es excelente para frenar el cambio de flujo
Socavación	Reduce la velocidad de flujo y acelera el proceso de sedimentación mediante la resistencia al flujo generado por esta estructura. Requiere medidas contra socavación en los extremos.	Reduce el flujo de segundo orden, traslada tierras hacia exterior del margen, aliviando la socavación del lecho del río en el lado externo del margen.	Presenta problemas de socavaciones en la parte frontal, lo cual requiere tomar medidas correspondientes.
Trabajabilidad	Magnitud mediana de instalaciones Estructura sencilla Muchos casos realizados	Magnitud pequeña de instalaciones Estructura sencilla Pocos casos realizados	Magnitud grande de instalaciones Difícil adquisición de materiales Pocos casos realizados
Efectividad económica	Incrementa la escala de construcción, resulta poco inferior debido a su efectividad económica	Escala de construcción pequeña. Bajo costo.	Escala mayor. Es inferior en cuanto a la efectividad económica.
Cambios del curso	Dificultad en toma de medidas de acuerdo a los cambios.	Posibilidad toma de medidas de acuerdo a los cambios.	Dificultad en toma de medidas de acuerdo a los cambios.
Evaluación	Indefinido en cuanto a su efectividad y lugar de colocación debido al cambio del curso. Δ	Es muy efectivo en cuanto a cambio de dirección de flujo \bigcirc	La magnitud es muy grande Dificultad en toma de medidas de acuerdo a los cambios Del curso fluvial. \times

(2) Obras de medidas en el margen izquierdo inmediatamente aguas arriba del acceso al puente

Como obras de medidas en el margen izquierdo inmediatamente aguas arriba del acceso al puente, son necesarias medidas para cambiar la corriente de inundaciones, reducir la velocidad de la corriente en los puntos donde actualmente están socavados y sedimentar la tierra-arena. Se pueden considerar diques conductores de corriente, obras de encausamiento y método Veleta y entre dichas medidas la instalación de obras de encausamiento es la más eficaz para sedimentar tierra-arena en los puntos sujetos a socavaciones. Por otra parte, en el sitio existen pilotes de madera hincados por SEARPI como medida de emergencia, y para aprovechar estas instalaciones existentes, se hizo comparación y análisis sobre los métodos de refuerzo de obras de encausamiento con dos materiales distintos. Según los resultados de la comparación y análisis, se propone el método de refuerzo de obra de encausamiento con la colocación paralela de pilotes de madera.

Tabla 3-3-4 Comparación de obras de medidas en el margen izquierdo Inmediatamente a aguas arriba del acceso al puente

	Refuerzo de obras de encausamiento (junto con colchonetas)	Refuerzo de obras de encausamiento (colocación paralela de pilotes de madera)
Medidas contra meandros	Sedimentación en aguas abajo de la estructura.	Sedimentación en aguas abajo de la estructura. Mejoramiento del flujo en curvas
Socavación	Reduce la velocidad de flujo y acelera el proceso de sedimentación mediante la resistencia al flujo generado por esta estructura. Requiere medidas contra socavación en los extremos.	Reduce la velocidad de flujo y acelera el proceso de sedimentación mediante la resistencia al flujo generado por esta estructura. Requiere medidas contra socavación en los extremos.
Trabajabilidad	Escala de construcción relativamente grande. Estructura simple. Mucha experiencia en ejecución de obras con Gaviones.	Escala de construcción pequeña. Estructura relativamente complicado. Experiencia en ejecución en el río PIRAI.
Efectividad Económica	Incrementa la escala de construcción, resulta poco inferior debido a su efectividad económica.	Colocación y construcción con bajo costo.
Temas pendientes	Las instalaciones presentan una magnitud relativamente grande.	Quedan temas pendientes sobre estabilidad y durabilidad.
Evaluación	Escala de construcción es grande. Existe la preocupación por la efectividad económica. Δ	Tienen experiencias en el río Pirai, es económico. \bigcirc

(3) Obra de medidas de emergencia

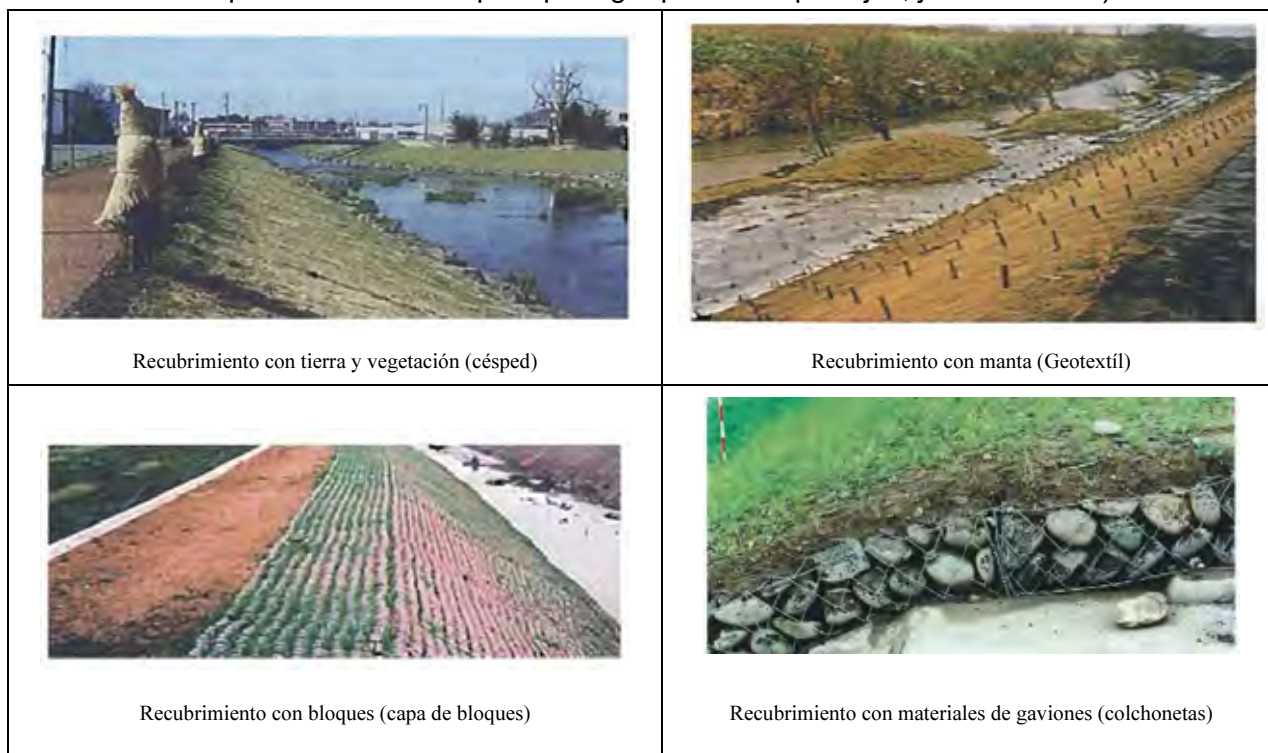
Los temas pendientes de las obras de medidas de emergencia realizadas por la parte boliviana son la estabilidad contra socavaciones en la parte frontal y la resistencia de geotubos y geomallas contra el deterioro e impactos de los rayos ultravioleta.

Respecto a la resistencia, se analiza la alternativa de cubrir la obra para evitar su exposición a rayos ultravioleta, y respecto a la estabilidad contra socavaciones, se analiza la alternativa de instalar las obras de encausamiento.

Como ejemplos de obra de recubrimiento del talud, se menciona los que son recubiertos con materiales naturales tales como el césped y materiales para canastas y los que son recubiertos con mantas que son material representativo de los geotextiles, o con bloques de hormigón.

Respecto a la obra de recubrimiento de talud, se adaptará el recubrimiento en los taludes mediante vegetación cuando la frecuencia de inundaciones sea menor y cuando el talud supere el caudal máximo anual promedio en el momento de inundaciones, la cual es el caudal que se considera que demuestra suficientemente su efectividad; se adoptará recubrimiento con gaviones hasta aproximadamente 280m cual corresponde a la frecuencia alta del caudal anual promedio cuyo valor es $1.100\text{m}^3/\text{s}$

Figura 3-3-6 Ejemplos de recubrimiento de talud (Planteamiento básico de restauración después de desastres para proteger preciosos paisajes, junio del 2002)



3-3-2-4 Plan de instalaciones

De acuerdo con los resultados del análisis, las alternativas de las obras de medidas necesarias para la preservación del acceso del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés son las siguientes:

En el margen derecho a 1.5km aguas arriba se necesitan principalmente medidas para cambiar la dirección de la corriente, se instalarán métodos Veleta y obras de encausamiento con el fin de convertir la corriente serpenteada a una corriente lineal y estable como la que fue originalmente.

En el margen izquierdo a 400m aguas arriba se necesitan medidas para cambiar la dirección del flujo de inundaciones, reducir la velocidad de la corriente en los puntos que actualmente están socavados y sedimentar tierra-arena, por tanto, se instalarán obras de encausamiento para sedimentar tierra-arena en los puntos sujetos a socavaciones. En este caso, puesto que en el sitio están instaladas como medidas de emergencia obras de encausamiento permeable de pilotes de madera, para aprovecharlos se adoptará el método de refuerzo de obra de encausamiento con la instalación paralela de pilotes de madera adicionales.

Como diseño para el reforzamiento de las obras de medidas de emergencia, se hará un recubrimiento para que estas no estén expuestas a rayos ultravioleta. Para garantizar la seguridad contra socavaciones se colocará un recubrimiento con materiales de canastas combinándolos con obras de consolidación de la base.

Tabla 3-3-5 Listado de obras de medidas

Causas directas	Medidas necesarias	Lugares objeto	Obras de medidas
Meandro del curso fluvial	Regular el curso fluvial	Margen derecho a 1.5km aguas arriba	Obra de encausamiento Método Veleta
Meandro del curso fluvial	Regular el curso fluvial	Margen izquierdo a 400m aguas arriba	Refuerzo de la obra de encausamiento existente con la colocación paralela de pilotes de madera.
Socavaciones en la parte frontal del acceso al puente	Refuerzo de las obras de protección de márgenes existentes	Lugares donde se ejecutaron medidas de emergencia.	Obra de consolidación de la base Recubrimiento de talud

(1) Método Veleta

Para los factores del método Veleta, de acuerdo con los resultados de ensayos practicados, se indican valores recomendados para la longitud saliente en relación con la profundidad, la extensión y el ángulo de elevación de cada unidad. A partir de una profundidad de 2.4m para un caudal de $1,100\text{m}^3/\text{s}$, se determinó una longitud saliente de 0.80m, una extensión de 4.80m y un ángulo de elevación de 20° para cada unidad. Como se determina la altura máxima para el método veleta a la altura correspondiente de un tercio de la profundidad promedio de la sección transversal de agua del caudal que se suponga ocurrir una excavación profunda por las curvas, para la instalación del método veleta, se necesita determinar la altura máxima después de levantamiento topográfico de la sección transversal del río y el cálculo de la profundidad promedio de la sección transversal de agua.

La estructura del método Veleta, teniendo en cuenta los materiales adquiribles en Bolivia y las obras ejecutadas en el río Piraí, tendrá una estructura compuesta de pilotes de madera. Además como no es posible hincar a máquina sucesivamente pilotes de madera, se adoptará el método de hincar pilotes principales a ciertos espacios donde estos son fijarlos con alambre de acero.

Las fuerzas externas que actúan sobre la estructura del método Veleta son básicamente la fuerza de sustentación, resistencia aerodinámica y la presión del suelo. De las fuerzas externas, la presión del suelo se determina con de las fuerzas que ejerce en la estructura del método veleta, debido a que la resistencia aerodinámica es pequeña en comparación a la fuerza de sustentación, se diseñará de manera sea seguro contra la fuerza de sustentación.

La fuerza de sustentación que actúa sobre las veletas delgadas se calcula a partir de la velocidad de la corriente cercana a la base, y el diámetro necesario de los piotes principales se determina del grado de esfuerzo de los materiales cuales el momento generado por la fuerza de sustentación y la socavación fueron considerados. Además se determinaron los valores como el módulo de sección de los pilotes principales de madera adquirible localmente. Se calculó y estudió el grado de los esfuerzos tomando el valor de 0.3m como diámetro del pilote de madera (diámetro tomada según las experiencias en SERPI) donde se obtuvo resultados satisfactorios.

Por otra parte, referente a la profundidad cimentación se determinó multiplicando el factor de seguridad de 1.5 a los resultados del cálculo de la profundidad de cimentación en una posición donde la

presión del suelo (socavación fue considerada) se encuentra en equilibrio. El valor calculado como cuerpo elástico es 4.62m, y al multiplicar el factor de seguridad de 1.5 el resultado será 6.93m.

La longitud de un pilote principal será de 8.0m, ya que el valor calculado fue más de 7.73m sumando la altura saliente a la profundidad de cimentación.

El alcance de la colocación de las estructuras de método Veleta será de 780m, tomando como objeto la extensión de meandros donde se generan corrientes de orden secundarias.

La disposición fue seleccionada y determinada, calculando como γ la tasa de compensación de corrientes de orden secundario, la eficiencia de la corriente de agua que compense la corriente de orden secundaria centrífuga de una contracorriente creada por el método Veleta, de manera que el valor γ sea de 0.5 a 0.6 para que la altura del lecho en el margen exterior se aproxime a la altura media de la sección transversal del lecho, con el fin de evitar que la socavación localizada en los alrededores de la veleta alcance al margen exterior. Como consecuencia, mientras que la distancia entre la primera fila y el margen del río es de 135m, la distancia entre las filas es de 10m, el número de veletas colocadas en cada fila es de 30 unidades y el espacio vertical de las filas de veletas es de 27m.

Las condiciones y factores del diseño de método Veleta se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-3-6 Factores del diseño de método Veleta

Condiciones de diseño	Caudal de diseño	: 1,100m ³ /s
	Profundidad de diseño	: 2.4m
	Ancho del río	: 540m
	Gradiente del lecho	: 1/600
	Radio de curvatura	: 2,000m
Factores de instalaciones	Altura saliente	: 0.8m
	Extensión	: 4.8m
	Ángulo de elevación	: 20°
	No. de pilotes principales	: 4 unidades
	Longitud de pilotes principales	: 8.0m
	Intervalo de pilotes principales	: 1.2m
Plan de disposición	Diámetro de pilote principal	: 0.3m
	Distancia entre 1era. fila y el margen del río	: 135m
	Distancia entre filas	: 10m
	Radio de curvatura en la línea central de la fila	: 2,145m
	No. de filas de veletas	: 2 filas
	No. de veletas colocadas en una fila	: 30 unidades
	Espacio vertical de veletas	: 27m

(2) Obras de encausamiento con gaviones

Para el posicionamiento de las obras de encausamiento, se determinó la altura, longitud e el espacio entre las obras de encausamiento, como valores para la profundidad de diseño, según resultados de

investigaciones estadísticas en Japón. Para un caudal de $3,720\text{m}^3/\text{s}$ con una probabilidad de 20 años, el ancho del río es de 620m con una profundidad de agua de 4.0m, por lo que se determinó una altura de 3m, longitud de 100m y el espacio entre obras de 150m. Sobre la longitud de las instalaciones, se analizó una ubicación que permitiera la concordancia entre el extremo y la línea normal del curso fluvial de flujo bajo.

La obra de encausamiento tendrá una estructura con gaviones, ya que existen muchos casos realizados y los materiales son adquiribles en Bolivia.

Para la obra de encausamiento con gaviones se aprovecharon resultados de experimentales sobre la rudeza de barras como obra de encausamiento de rebalse impermeable para obtener cada una de las velocidades de las corrientes en el área de la obra de encausamiento y se estudió la estabilidad de la obra de gaviones contra el deslizamiento y caída a causa de su hidrodinámica. La máxima velocidad media de la corriente dentro del área de la obra de encausamiento se presenta en la corriente del extremo con la promedia de 1.8m/s, y debido a que los gaviones en la fila más alta de las tres filas apiladas son los menos estables, se evaluó la estabilidad de $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ en la última fila y dio resultados satisfactorios.

Para determinar el diámetro de piedras para llenar gaviones, estudiando las posibilidades de movimiento según el peso específico de piedras en el agua para una hidrodinámica contra una velocidad de corriente de diseño de 1.8m, se determinó que el diámetro necesario de piedras debe ser mayor de 0.15m.

Respecto al alcance de socavaciones locales alrededor de la obra de encausamiento, se calculó un alcance de socavaciones a partir de una profundidad de diseño de 4.0m, para una profundidad estimada de socavaciones según el método Andru es de 3.2m, calculando un alcance de socavaciones según ángulo de reposo de materiales del lecho de 30 grados, se definió un alcance de 6.4m para la obra de consolidación de la base.

Las condiciones y factores del diseño de la obra de encausamiento con gaviones se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-3-7 Factores de diseño de obra de encausamiento con gaviones

Condiciones de diseño	Caudal de diseño	: $3,720\text{m}^3/\text{s}$
	Profundidad de diseño	: 4.0m
	Gradiente del lecho	: 1/600
Factores de obra de encausamiento	Altura	: 3.0m
	Ancho	: 5.0m
	Longitud de obra encausamiento	: 100.0m
	Espacio entre las obras	: 150.0m
	Diámetro de piedras	: Más de 0.15m
	Material utilizado	: Gavión $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$
Factores de obra de consolidación de la base	Ancho instalado	: 18.0m (cuerpo de la obra) 26.0m (Extremo)
	Material utilizado	: Gavión (t=30cm)

(3) Refuerzo de obras de encausamiento existentes

Como factores de la obra de encausamiento, se definió la altura de 1.5m, longitud de 100m y el espacio entre obra de encausamiento de 100m a partir de los factores de obras de encausamiento existentes.

El refuerzo de obras de encausamiento existentes tendrá una estructura de reforzamiento para aprovechar las obras de encausamiento existentes con pilotes de madera. Por tanto, los pilotes a colocar nuevamente serán de madera para mantener una coherencia con las estructuras existentes, donde estas quedarán fijadas con alambre de acero.

Para el diseño, como obra de encausamiento de rebalse impermeable, se aprovecharon resultados de ensayos sobre la rudeza de barras, se calculó cada una de las velocidades de las corrientes en el área de la obra de encausamiento y se estudió la estabilidad de toda la obra de encausamiento contra el deslizamiento y caída a causa de su hidrodinámica.

La obra de encausamiento está fijada en el suelo con pilotes, sin embargo suponiendo situaciones en que no se pueda esperar efectos de corte del pilote debido a la falta de resistencia o descomposición de las mismas, se verificaron la seguridad contra el peso total de la obra de encausamiento.

Por otro lado, respecto a los pilotes, suponiendo el caso de pérdida material de recubrimiento debido a las inundaciones, se calculó la profundidad de cimentación y el momento de flexión de los pilotes de tal manera el pilote resista por si solo a la fuerza hidrodinámica producida por la velocidad de flujo.

Se calculó el grado de los esfuerzos tomando el valor de 0.3m como diámetro del pilote de madera (diámetro tomada según las experiencias en el río Piraí) donde se obtuvo resultados satisfactorios.

Respecto al la profundidad de cimentación, se determinó según los resultados del cálculo de la profundidad de penetración en una posición donde se encuentre la presión del suelo equilibrada teniendo en cuenta socavaciones, multiplicando por una tasa de seguridad de 1.5. Como consecuencia, dio 6.93m multiplicando el valor calculado 4.62m como cuerpo elástico por una tasa de seguridad de 1.5.

Como resultado, la velocidad media en el área del encausamiento que ejerce a los pilotes de madera, la velocidad del flujo en la parte extrema de la obra de encausamiento será máxima donde velocidad media será 1.8m/s. Debido a que los gaviones en la fila más alta de las tres filas apiladas son los menos estables, se evaluó la estabilidad de 1.0m×1.0m en la última fila donde dio resultados satisfactorios.

La longitud total de un pilote principal será de 8.0m, ya que el valor calculado fue más de 7.94m sumando la altura saliente a la profundidad de cimentación.

Las condiciones y factores del refuerzo de obras de encausamiento existentes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-3-8 Factores de diseño del refuerzo de obras de encausamiento existentes

Condiciones de diseño	Caudal de diseño	: 3,720m ³ /s
	Profundidad de diseño	: 4.0m
	Gradiente del lecho	: 1/600
Factores de obra de encausamiento	Altura	: 1.5m
	Ancho	: 2.0m
	Longitud de la obra de encausamiento	: 100.0m
	Intervalo entre obras de encausamiento	: 100.0m
	Longitud de pilote principal	: 8.0m
	Espacio entre pilotes principales	: 2.0m
	Diámetro de pilote principal	: 0.3m
Factores de obra de consolidación de la base	Ancho instalado	: 10.3m (cuerpo de la obra) 15.1m (Extremo)
	Material utilizado	: Colchoneta (t=0.3m)

(4) Obras de medidas de emergencia

Se evaluó la constante del suelo y se estudio la estabilidad del talud de las obras de medidas de emergencia para el caso de que se produzca una gran socavación en la parte frontal.

Como medidas contra socavaciones en la parte frontal del acceso al puente, se estudiará una estructura que sea segura hasta una altitud de 270.1m de la profundidad socavada, de acuerdo con los resultados del estudio del suelo y la cantidad de socavación estimado a partir de factores hidráulicos.

El ancho de la instalación de gaviones sobre una altura evaluada del nivel del lecho más profundo es 7.4m, que se calculó a partir de la supuesta altitud máxima y la altura del lecho en el momento del levantamiento topográfico de 277.5m, se calcula según la siguiente fórmula con un ángulo de reposo de la arena fina (material del lecho) es de $\theta=30$ grados;

$$B = L_n + \Delta Z / \sin\theta$$

Donde, L_n es el ancho plano de la parte frontal del protección de márgenes (más de 2m), θ es el gradiente del lecho socavado (ángulo de reposo del material del lecho=30 grados) y ΔZ es la diferencia entre la altura de la instalación de la obra de consolidación de la base y la altura evaluada del lecho más profundo. Dado que $B = 2.0m + 7.4m / \sin 30^\circ =$ más de 16.8m, se colocarán gaviones como base con un ancho de 2m y en su parte frontal colchonetas con un ancho de 16m como obra de consolidación de la base.

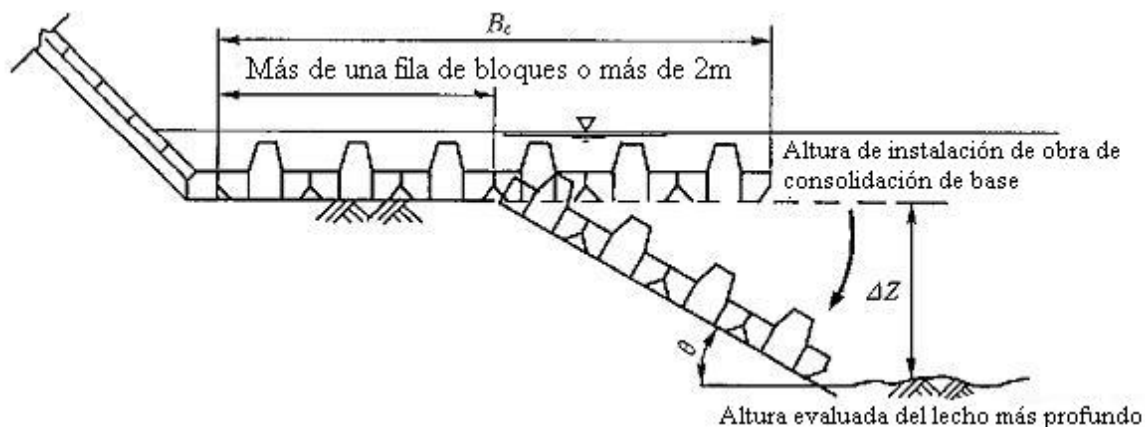


Figura 3-3-7 Ancho de instalación de obra de consolidación de la base

Por otra parte, para determinar el diámetro de piedras para el relleno de gaviones, estudiando las posibilidades de movimiento según el peso específico de piedras en el agua para una hidrodinámica respecto a la velocidad de corriente de diseño de 1.8m/s, se determinó que el diámetro necesario de piedras debe ser mayor de 0.15m.

Las condiciones y factores del diseño de obras de medidas de emergencia se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3-3-9 Factores del diseño del refuerzo de obras de encausamiento existentes

Condiciones de diseño	Tipo de suelo	: Tierra arenosa
	Peso en húmedo	: $\gamma=19.0\text{kN/m}^3$
Factores de obras de medidas	Ángulo de fricción interna	: $\phi=30^\circ$
	Viscosidad	: $C=4.6\text{kN/m}^2$ (Se puede ignorar en el cálculo.)
	Profundidad de socavaciones	: 7.4m
	Obra de protección de márgenes	Material de recubrimiento de talud : colchoneta $t=0.3\text{m}$
Factores de obras de medidas	Material utilizado en la base	: Gavión 1.0m×1.0m
	Ancho de colocación	: 2m
	Piedras de relleno	: $\phi 200\text{mm}$ (más de $\phi 150\text{mm}$)
	Obra de consolidación de la base	Material utilizado : Colchoneta ($t=0.3\text{m}$)
	Ancho de instalación	: 16.0m

El resultado del Diseño Preliminar se resume en la siguiente tabla.

Tabla 3-3-10 Resumen del resultado del Diseño Preliminar

Ítems	Descripción
Ubicación del proyecto	Del Puente de la Amistad Boliviano- Japonés hasta 1.5 km., a aguas arriba
Magnitud proyectada	1/20 años de probabilidad
Caudal de planificación	3,720m ³ /s
METODO VELETA	
Ubicación de la estructura	1.5km a aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano- Japonés
Longitud de instalación	783m
Cantidad y espacios de instalación	30 unidades, 27m
Número y distancias entre filas	2 filas,10m
Longitud de una unidad	4.8m
Longitud de pilote principal y el espacio de instalación	8.0m,1.2m
Altura sobresaliente	0.8m desde el nivel del lecho
OBRA DE ENCAUSAMIENTO	
Ubicación de la estructura	1.5km a aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano- Japonés
Longitud de instalación	250m (100m,150m desde aguas arriba)
Cantidad y espacios de instalación	2 unidades, 150m
Estructura	Gaviones (1.0m×1.0m colocación en 3escalones
Altura y el ancho	3.0m,5.0m
Material de relleno	Piedras redondas de diámetro superior a 0.15m
OBRA DE CONSOLIDACION (OBRAS DE ENCAUSAMIENTO)	
Ancho de instalación	18.0m (Parte general), 26.0m (Parte extrema)
Estructura	Colchoneta t=0.3m
Material de relleno	Piedra rodada de diámetro mayor a 0.15m
REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE ENCAUSAMIENTO	
Ubicación de instalación	0.4km a aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés
Longitud de instalación	345m (45m,,100m,200m desde aguas arriba)
Cantidad y espacios de instalación	3 unidades,100m
Longitud del pilote principal y el espacio de instalación	8.0m, 2.0m
Cantidad total del pilote principal	173 pilotes
Altura sobresaliente	1.5m desde el nivel del lecho
Material de relleno	Piedra rodada de diámetro mayor a 0.15m
OBRA DE CONSOLIDACION (REFORZAMIENTO DE LAS OBRAS DE ENCAUSAMIENTO)	
Ancho de instalación	10.3m (parte general), 15.1m (Parte extrema)
Estructura	Colchoneta t=0.3m
Material de relleno	Piedra rodada de diámetro mayor a 0.15m
OBRAS DE MEDIDAS DE EMERGENCIA	
Ubicación de instalación	Acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés lado aguas arriba
Longitud de instalación	250m
Estructura de recubrimiento de talud	Colchoneta t=0.3m
Estructura de fundación	Gaviones 1.0m×1.0m
Material de relleno	Piedra rodada de diámetro mayor a 0.15m
OBRA DE CONSOLIDACION (OBRA DE MEDIDA DE EMERGENCIA)	
Ancho de instalación	16.0m
Estructura	Piedra rodada de diámetro mayor a 0.15m

3-3-3 Plano de Diseño preliminar

Los planos de diseño preliminar elaborado en base al lineamiento básico serán insertados en la página siguiente.

PLANO EN PLANTA DEL DISEÑO PRELIMINAR DE LAS MEDIDAS DE PROTECCION DE MARGEN DEL RIO

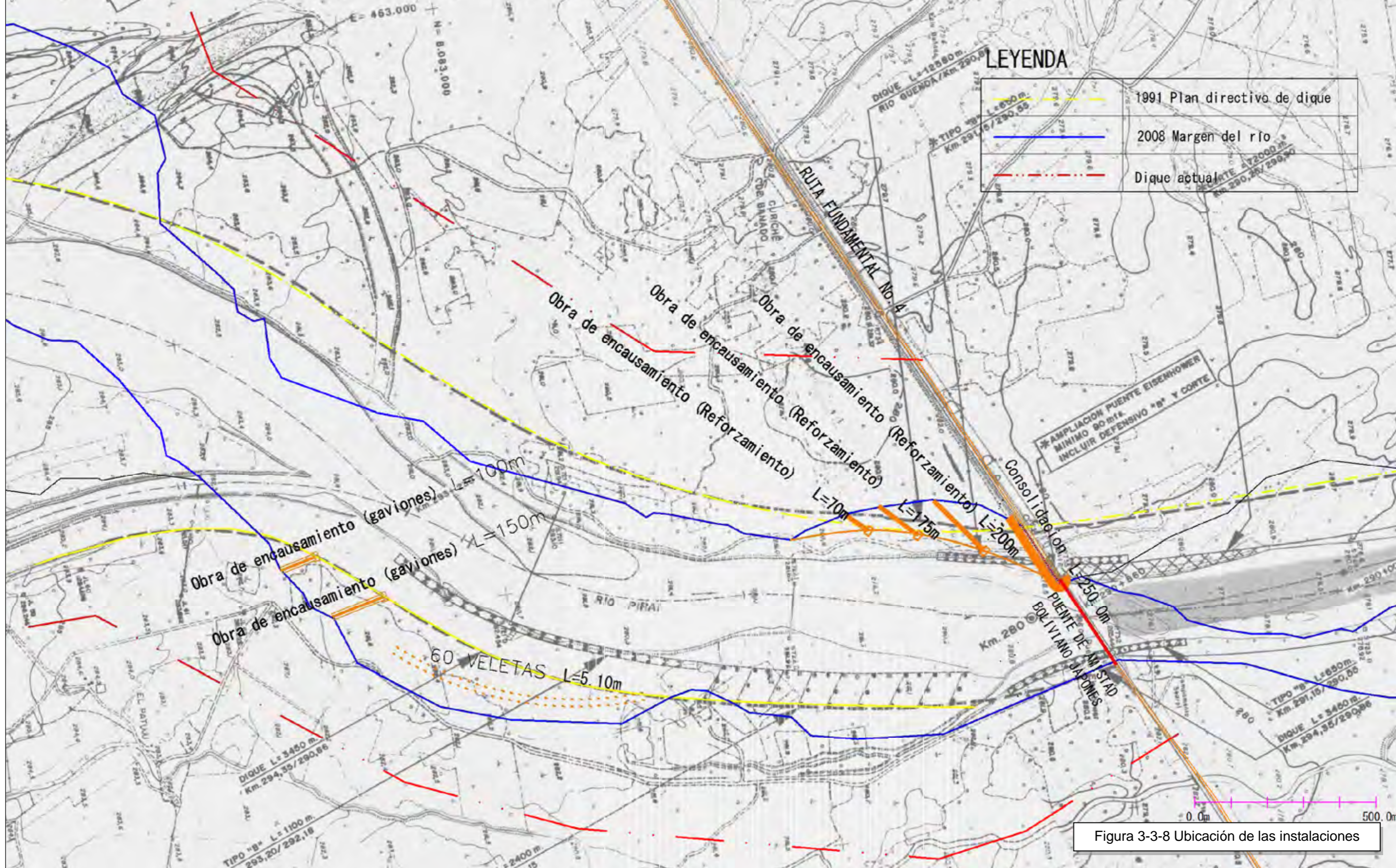


Figura 3-3-8 Ubicación de las instalaciones

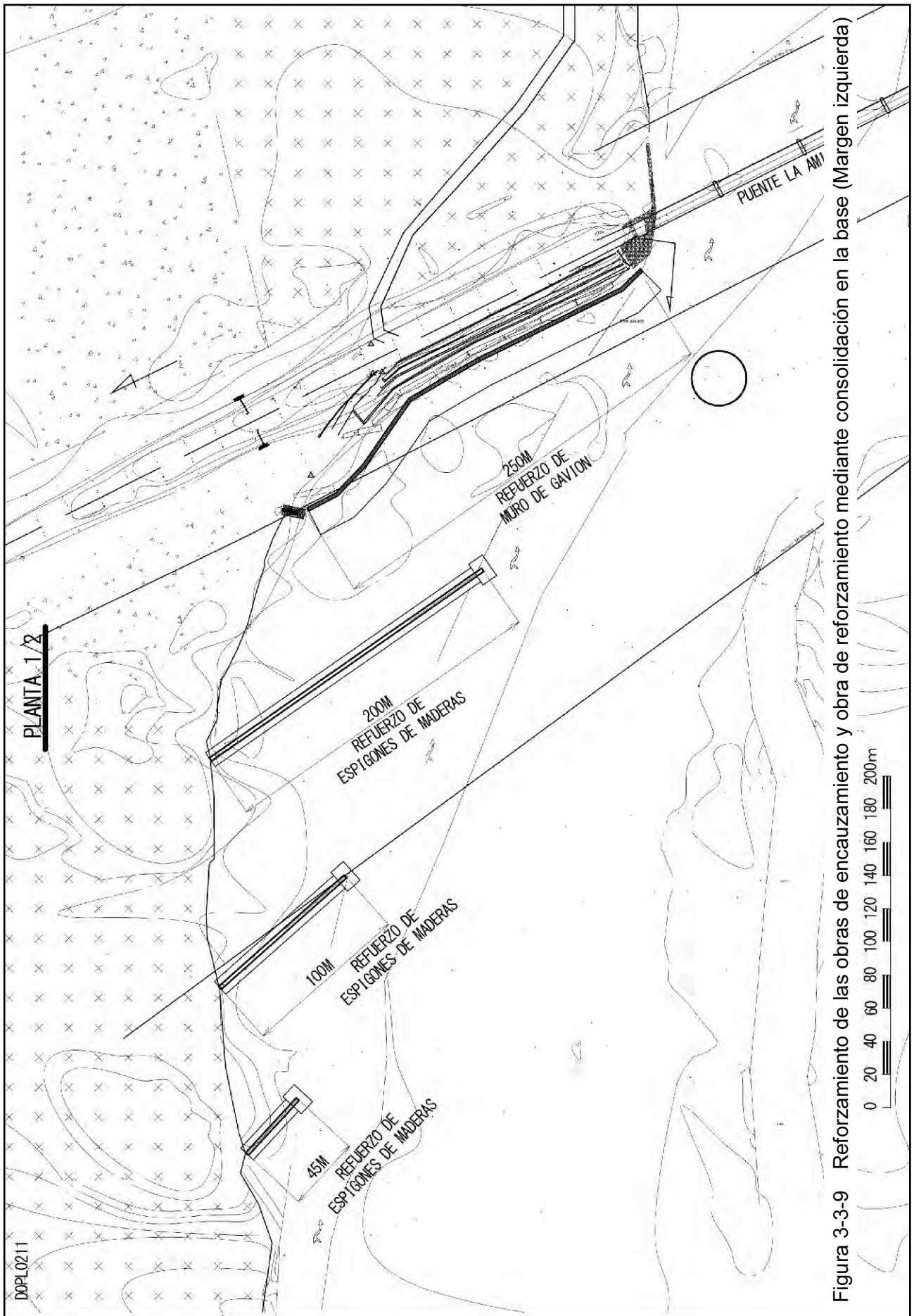
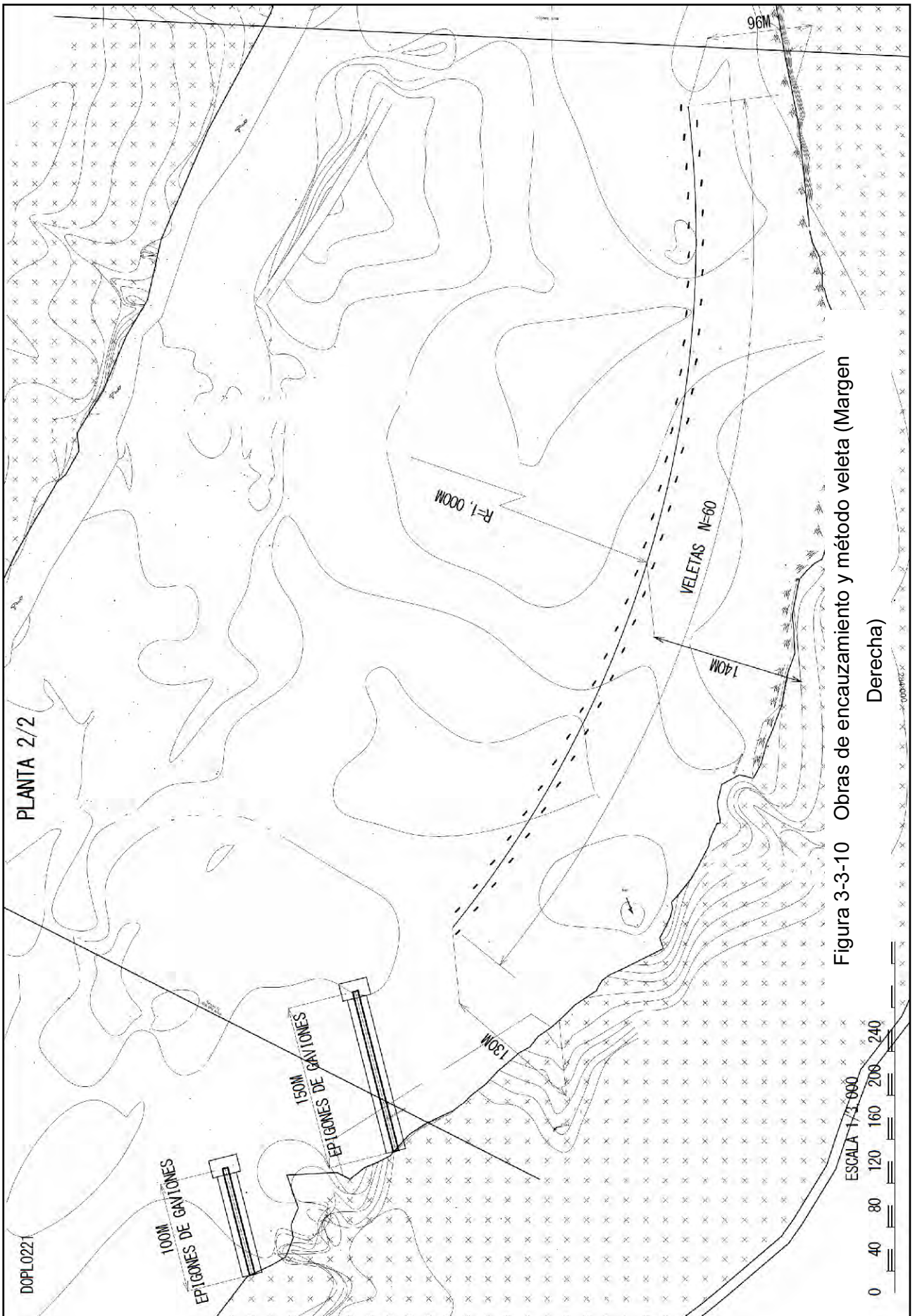


Figura 3-3-9 Reforzamiento de las obras de encauzamiento y obra de reforzamiento mediante consolidación en la base (Margen izquierda)



DOVSD101

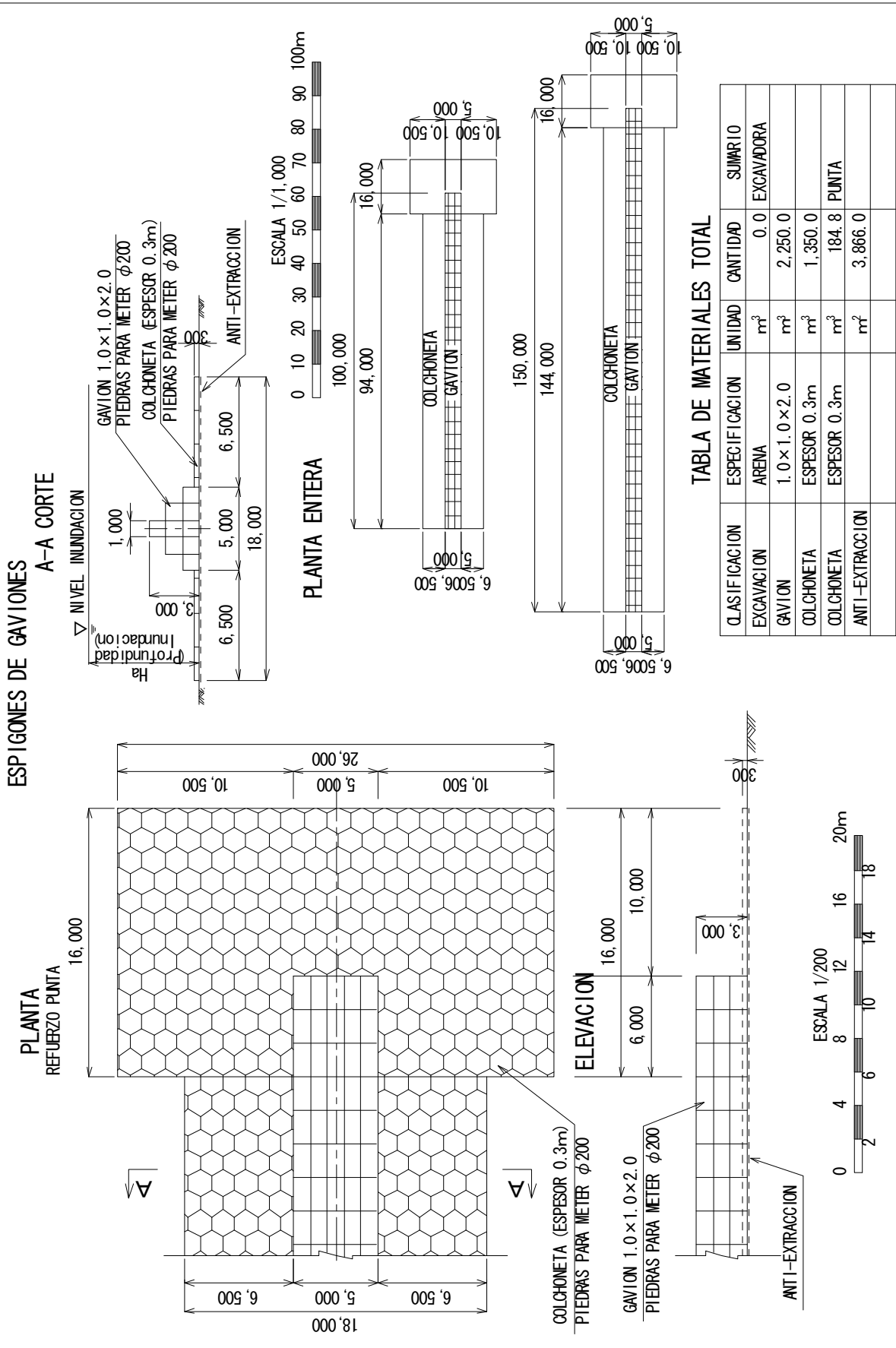


Figura 3-3-11 Obras de encauzamiento mediante espigones de gaviones (Margen Derecha)

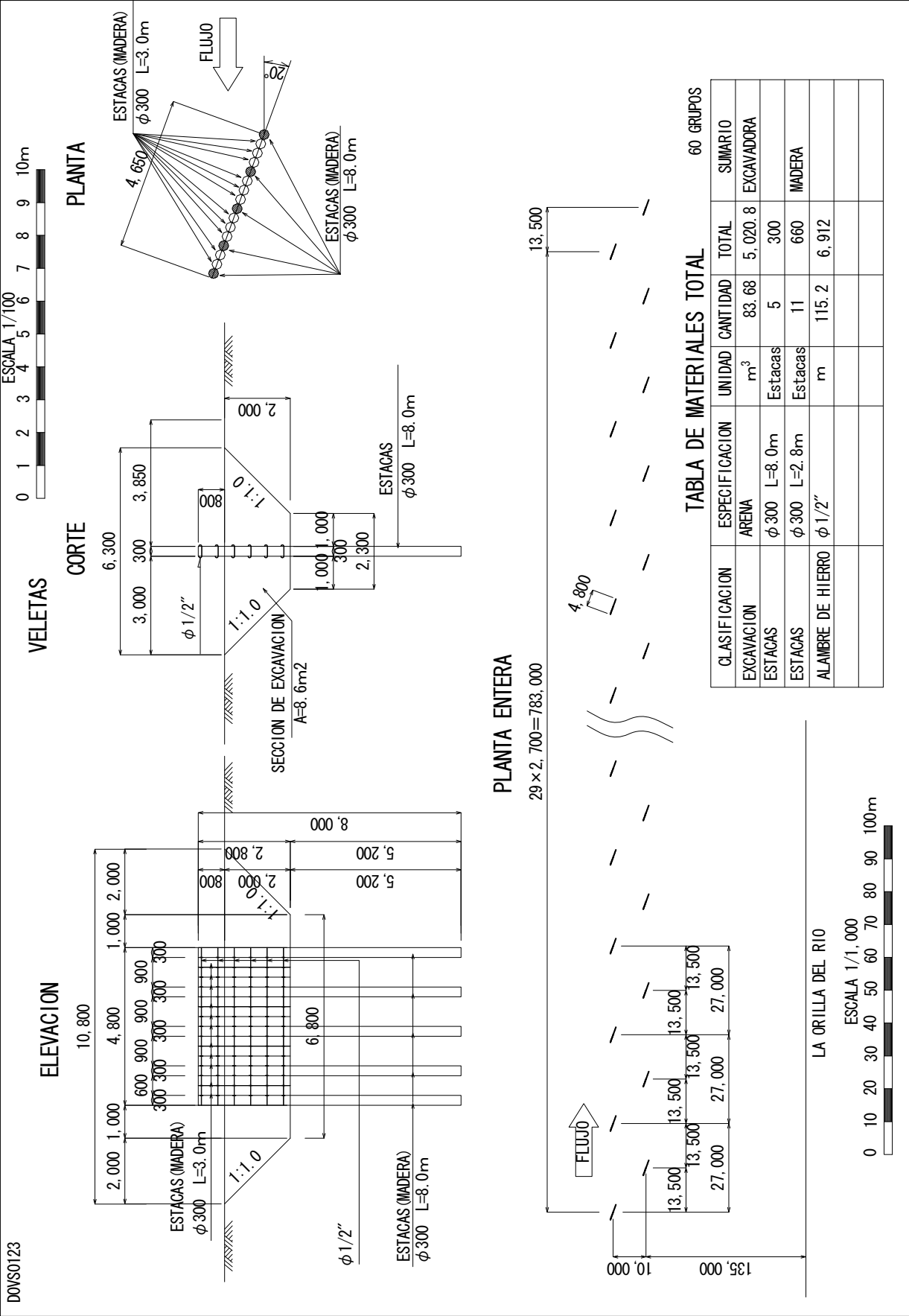


Figura 3-3-12 Obras de método veletas (Margen Derecha)

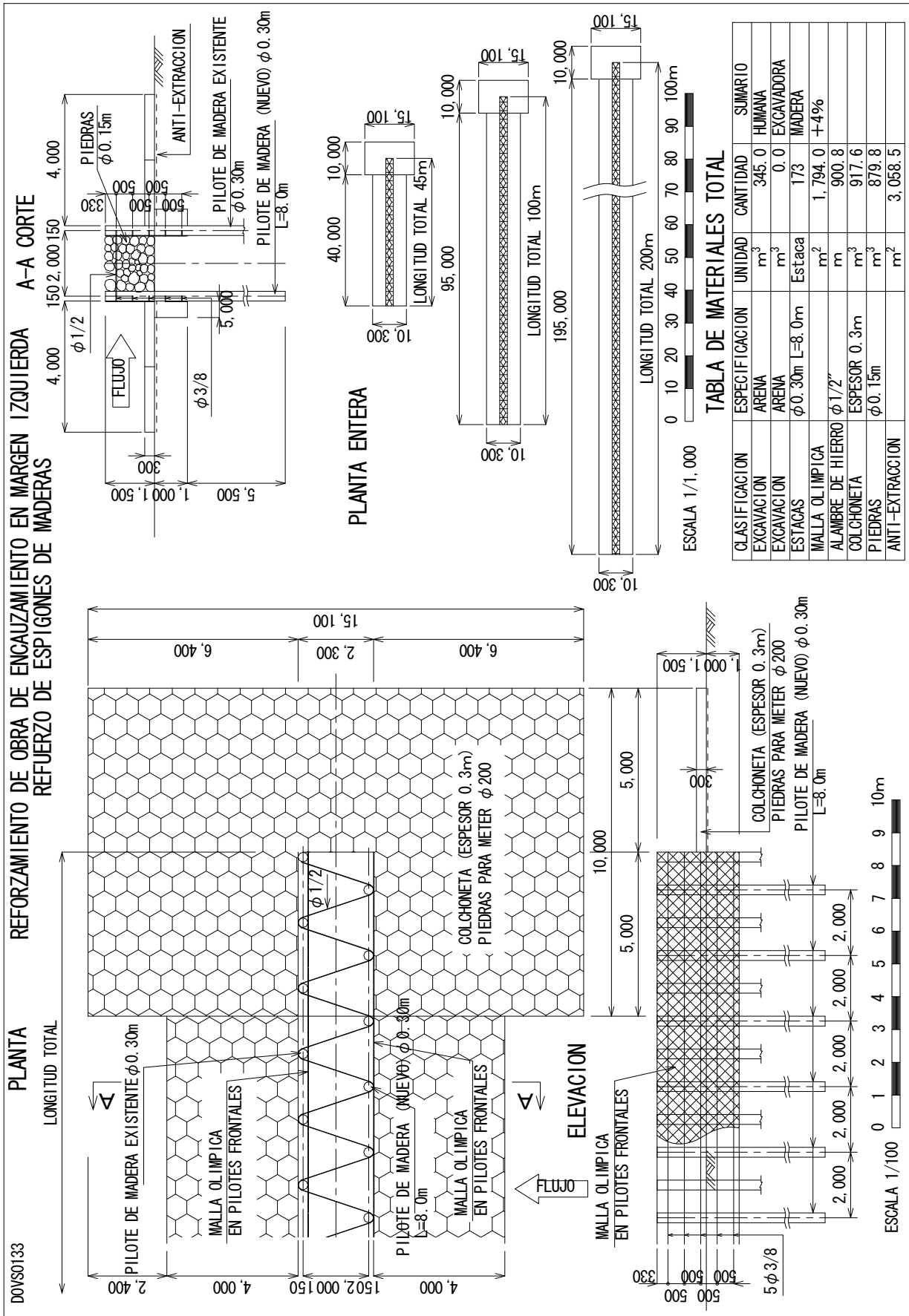
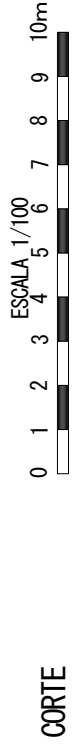


Figura 3-3-13 Reforzamiento de obra encauzamiento mediante espigones de maderas(Margen Izquierda)

DOVSO143

OBRA DE REFORZAMIENTO MEDIANE CONSOLIDACION EN MARGEN IZQUIERDA



CORTE

37.316

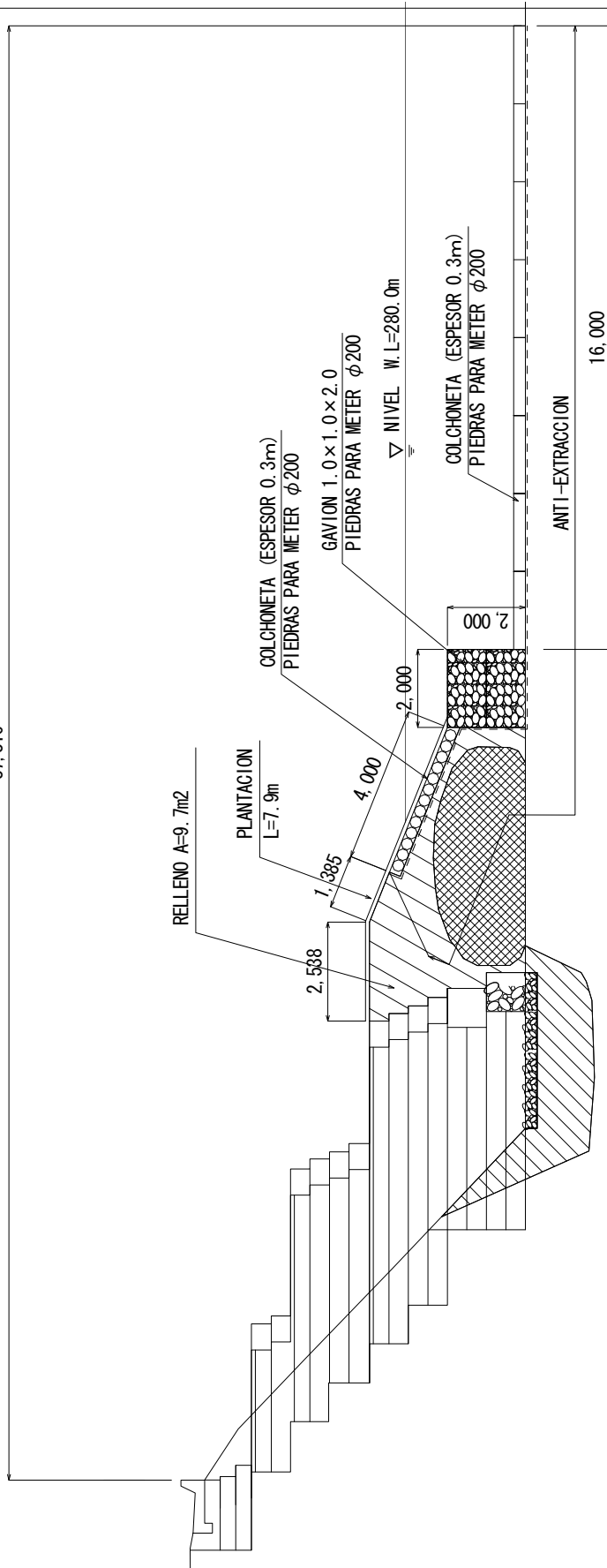


TABLA DE MATERIALES TOTAL

L=250m

CLASIFICACION	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	SUMARIO
EXCAVACION	m ³	0.0	0.0	
COLCHONETA	m ³	4.8	1,200.0	
GAVION	m ³	4.0	1,000.0	
COLCHONETA	m ³	1.2	300.0	VERTIENTE
AMONTONAR LA TIERRA	m ³	9.7	2,425.0	
PLANTACION	m ²	7.9	1,975.0	
ANTI-EXTRACCION	m ²	24.1	6,025.0	

Figura 3-3-14 Obra de reforzamiento mediante consolidación de base (Margen izquierda)

3-3-4 Plan de Construcción

3-3-4-1 Lineamiento para la construcción

Para el presente Proyecto, se asumió se ejecutará la obra con la capacidad técnica y presupuesto del gobierno del país receptor, la cual se resume los siguientes lineamientos para la construcción:

- El terreno que servirá como campamento-base para la obra, será la propiedad de SEARPI ubicada en el lado del margen derecho del Piraí.
- Los equipos y materiales se adquirirán en la estación lluvias y la obra se ejecutará en la estación de secas. Además deberá obtener con anterioridad los materiales como madera y piedras rodadas debido al requerimiento de tiempo para su obtención.
- Para la ejecución de obras dentro del río, debe tener precaución con la generación de y tomar las medidas que dicte la necesidad en cada momento.
- Puesto que es previsible una gran alteración topográfica entre la etapa de planificación y la etapa de ejecución, es preciso confirmar las condiciones topográficas antes de la ejecución y modificar planos y planes según dicte la necesidad.
- Debido a que existen muchos factores inestables en la adquisición de equipos y materiales y la ejecución dentro del lecho fluvial, debe considerarse un margen razonable de tiempo en el plan de ejecución.
- Teniendo en cuenta que están previstas obras de encauzamiento y de método Veleta, para la supervisión de la ejecución debe asignar ingenieros que tengan experiencia en obras similares.

3-3-4-2 Puntos de consideración en la ejecución/adquisición

(1) Método de ejecución

Los métodos de ejecución de cada obra son los siguientes:

Obras de encauzamiento

Son obras que se ejecutan frecuentemente en Bolivia y existen muchos casos realizados. Los principales materiales son piedras rodadas, gaviones y colchonetas, por lo que técnicamente no se presentan problemas. Una vez construida el acceso para la obra, empezará la obra de encauzamiento por la parte extrema. Los equipos principales a utilizar serán retroexcavadora tipo 0.7m³, tractor tipo D7, mini-cargador frontal sobre ruedas y camión volquete para la provisión de piedras rodadas. En la ejecución, el tractor extraerá la tierra, la retroexcavadora la cargará, el camión volquete la transportará, y se colocarán colchonetas. La construcción de la estructura de obra de encauzamiento en sí se hará mayormente realizada por personas, por tanto es una obra relativamente sencilla siempre que se disponga de suficiente mano de obra. El periodo de ejecución total es de 3 meses.

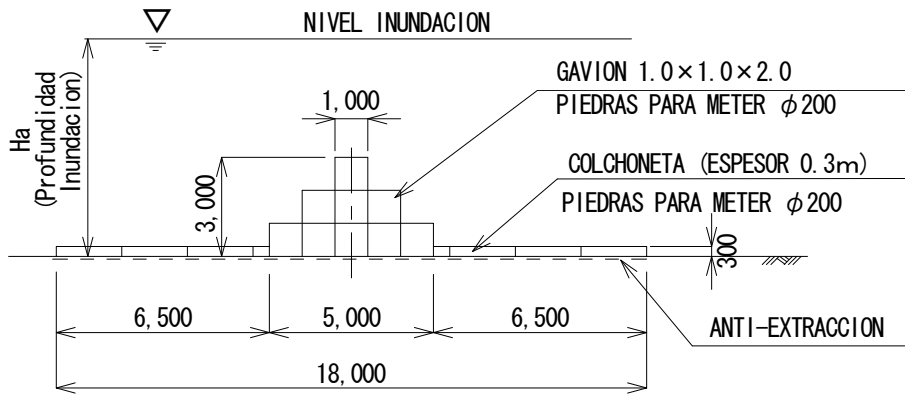


Figura 3-3-15 Obras de encauzamiento

Método Veleta

No existen casos de ejecución de esta obra en Bolivia. Sin embargo, como principales equipos y materiales pueden servir suficientemente y sin problemas los productos disponibles en Bolivia. Los principales equipos serán retroexcavadora tipo 0.7m³ y martinete acoplado al tractor, para hincado de pilotes. (Véase la foto 3-1.)

En la ejecución, una vez hincados los pilotes de hormigón armado empezando desde río arriba, se hará la excavación con la retroexcavadora tipo 0.7m³. Los pilotes de madera impermeable se fijarán manualmente en forma segura con varillas de acero montadas en el lugar.

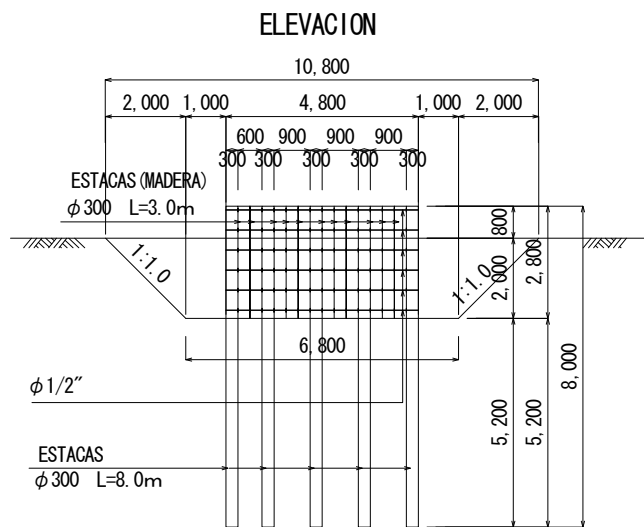


Figura 3-3-16 Método Veleta

Después de la fijación, se rellenarán según la necesidad para asegurar un espacio de trabajo. El periodo de ejecución será de dos días por pilote, 5 meses en total.



Figura 3-3-17 Martinete para hincado de pilotes

Refuerzo de obra de encauzamiento

Sirve para reforzar el encauzamiento existente y es una obra común en Bolivia. En la ejecución, se hinca seguidamente el pilote nuevo al lado del pilote existente. Se excava manualmente alrededor de los pilotes y se tiende una malla de acero para fijar los pilotes firmemente con varillas de acero. Una vez recubiertos los pilotes, se instalan colchonetas alrededor de los mismos para prevenir las socavaciones. Se extienden piedras rodadas entre los pilotes existentes y los nuevos para obtener mayor solidez.

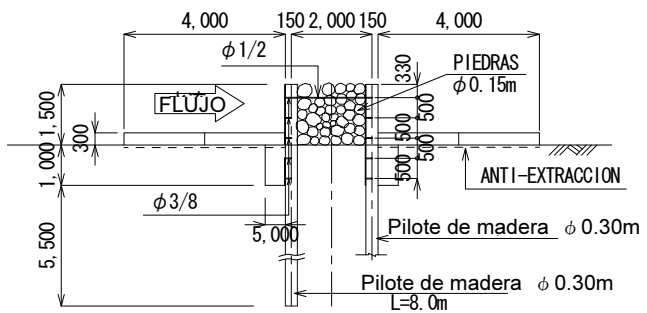


Figura 3-3-18 Refuerzo de encauzamiento

Obras de consolidación de la base

Se realizarán obras de consolidación en las obras de medidas de emergencias ya ejecutadas en la Ruta Nacional No.4. Primeramente se instalarán colchonetas para consolidar la base y luego se colocarán las colchonetas de 1.0m×1.0m×2.0m en dos filas hasta una altura de 2.0m para protección del margen. Seguidamente se rellenará los alrededores del geotubo con cuidado en no dañar el cuerpo del geotubo, utilizando el método de compactación de arena que aprovecha la presión osmótica del agua. Además, se dará una protección con colchonetas hasta el nivel de agua registrado normalmente en la estación de lluvias, y se recubrirá el talud con vegetación.

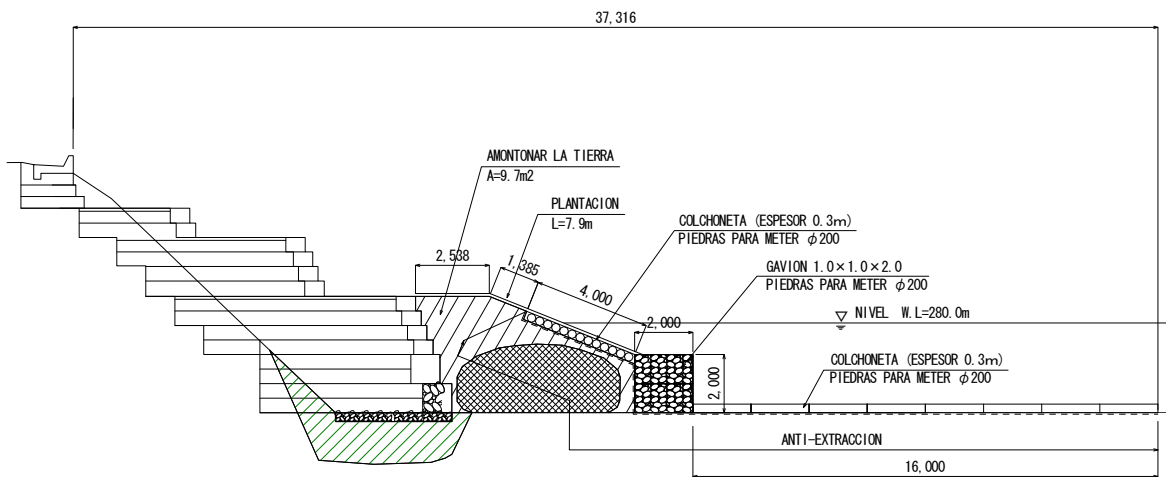


Figura 3-3-19 Obras de consolidación de la base

(a) Puntos a tener en cuenta sobre la ejecución

Además del cumplimiento de las normas laborales en general, la exigencia de seguridad en la obra, la preservación del medio ambiente y la prevención de robos de equipos y materiales, deben considerarse los siguientes puntos:

- 1) Adquirir los principales materiales antes de la ejecución.
- 2) Las obras dentro del río serán ejecutadas en la estación seca.
- 3) Disponer un espacio provisional para colocar equipos y materiales.
- 4) Tener en cuenta la coincidencia con otros grandes proyectos que puedan dificultar el acopio de equipos y materiales.

Las normas laborales de Bolivia son las siguientes:

Horario laboral	:	8 horas diarias, 48 horas semanales, horas extras permisibles al día son 7 horas como máximo.
Festivos	:	Domingos y festivos
Vacaciones pagadas	:	En contrataciones de más de 1 año y menos de 5 años: 15 días
Bonificaciones	:	Fin de año (Navidad): En contrataciones de más de 1 año: Equivalente a 1 mes de sueldo
Seguro social	:	Seguro Social (CNS) Cuota a cargo del empleador, equivalente a un 10% del sueldo. Pensión (AFP, S) A cargo del empleador, cuota equivalente a un 3.71% del sueldo. El empleado cubre su cuota con el 12.21% de su sueldo.
Otros	:	Bonificación por antigüedad en el trabajo De 2 a 4 años: el 5% del sueldo De 5 a 7 años: el 11% del sueldo Previsión social Según la distancia desde el centro urbano o la zona residencial, se establece la recogida y transporte hasta el lugar de trabajo y/o la provisión de alojamiento y centro de salud..

Respecto a la disposición de un espacio provisional, se hizo la planificación suponiendo el uso de la propiedad de SEARPI (ubicado en lado orilladle margen derecho del Puente de Amistad Boliviano - Japonés). A continuación se adjunta plano de distribución.



Figura 3-3-20 Distribución de espacios en planta provisional

(b) Licitación de obras públicas

Está estipulado en Bolivia que las obras públicas, independientemente de su magnitud, se hagan mediante licitación pública. Se publica una convocatoria, se distribuyen las especificaciones y pliegos de licitación, se aceptan preguntas, se dan respuestas y se realiza la licitación. El pago adelantado requerido al firmar un contrato es entre el 20 y 30%, determinado según el contenido de la obra, como el monto por materiales a utilizar. En caso de pequeños proyectos de emergencia, con el fin de evitar el riesgo de aumento de precios a causa de la inflación, puede requerirse el pago adelantado del monto total de los materiales.

(c) Consultor y contratista

Muchos de los consultores de Bolivia pertenecen a la asociación de consultores llamada "CÁMARA NACIONAL DE CONSULTORÍA" que les ofrece intercambios de información, no obstante no realiza ningún examen para conferir títulos a técnicos. Tampoco existe un sistema de titulación como el que hay en Japón, y la categoría de los ingenieros se protege con la licenciatura y maestrías obtenidas al graduarse en una universidad, además de la experiencia adquirida en el trabajo.

Los contratistas cuentan con muchas personas experimentadas y tiene vasta experiencia en obras. Actualmente se están llevando a cabo muchas obras públicas en la capital La Paz y en Santa Cruz, y existe la arrebatía de trabajadores excelentes en cuanto a la capacidad técnica es habitual por estas zonas. Se ha comprobado que a raíz de esto, han subido excesivamente los sueldos para conseguir trabajadores excelentes con capacidad técnica, lo que afecta seriamente el aseguramiento de recursos humanos.

(d) Puntos de consideración en la adquisición

Ante la ejecución, lo mejor sería contratar una empresa con bastante experiencia, sin embargo la obra está sujeta a licitación pública, por tanto, es necesario hacer que consultores y contratistas con capacidad y experiencia en proyectos similares participen en la licitación.

(2) Plan de supervisión de la obra

La supervisión de la obra se hará conforme a las normas, lineamientos y costumbres de Bolivia. No obstante, debido a que la presente obra comprende la utilización del método Veleta, del cual no existen precedentes en el país, se asignarán para la supervisión de la obra ingenieros preparados en esta especialidad.

Para el control de procesos o pasos de la obra, se hará una coordinación suficiente sobre el método de ejecución, maquinaria a utilizar y mano de obra antes del inicio de la obra y se planificará el procedimiento de manera que no se produzca ninguna demora a causa de la falta de equipos, materiales o mano de obra. El control del acabado se ejecutará estableciendo los valores estándar para el control.

Las medidas de emergencia consisten en establecer un sistema de comunicación en caso de emergencia y un método de refugio contra crecidas repentinas, pronosticar el tiempo a partir de datos meteorológicos acumulados y tener conocimiento de la información meteorológica de cada momento con el fin de establecer un sistema de prevención de accidentes.

Para la seguridad vial, a fin de evitar conflictos entre el tráfico de la obra y la circulación de vehículos normales, se traza un plan de disposición de medidas de seguridad. Concretamente se planeará de manera adecuada la dotación de personal para regular el tráfico en los cruces con vías públicas, la decisión de medidas de seguridad nocturna, la prevención de sobrecarga, rutas y métodos de transporte de equipos y materiales de la obra, y asignación de personal para guiarlo.

Como medidas medioambientales, se pondrán en claro las medidas preventivas de vibraciones, ruidos, y generación de suciedad, procurando una buena coordinación con la población local. Especialmente, tratándose de una obra dentro del río, es imprescindible tener suficiente cuidado contra la fuga de aceites de los equipos pesados.

En cuanto al control de calidad, los principales materiales son madera, piedras rodadas, etc., los cuales deben manejarse de manera que se mantenga una calidad adecuada.

(3) Plan de adquisición de quipos y materiales

(a) Puntos de consideración

La mayoría de los materiales son adquiribles en la cercanía del municipio de Santa Cruz. Sin embargo, debido a que es cada vez más difícil adquirir madera, piedras rodadas y agregados para hormigón de buena calidad tal como se indica abajo, es necesario planificar la adquisición paralela de diversas fuentes. Sobre todo, las piedras rodadas y pilotes de madera escasean, por lo que se requiere adquirirlos con antelación. La maquinaria para la ejecución de obra es adquirible en la cercanía de Santa Cruz sin problemas.

(b) Agregados y piedras rodadas

En el curso arriba del río Pirá, sector de Torno y sector de Jorochito, en tres lugares existen canteras (está confirmada la operación de sólo una empresa) y en sus alrededores hay empresas esparcidas que se dedican al tamiz de grava y arena utilizando bomba de arena. Es difícil adquirir gran cantidad de piedras rodadas de 80mm, que son necesarios para el proyecto, y el emplazamiento del proyecto está a unos 100km. Además, de 6 a 10km al sur del río Yapacaní y en el sector de Yapacaní, existen 3 canteras (está confirmada la operación de sólo una empresa). En estos sitios se pueden adquirir piedras rodadas de 80mm y agregados necesarios para el Proyecto.

(c) Madera

Son limitados los proveedores de pilotes de madera que se pueden utilizar en la obra de método Veleta y es difícil lograr una adquisición voluminosa en un corto espacio de tiempo. El sitio donde se pueden adquirir está ubicado en la Provincia de Cordillera, Departamento de Santa Cruz, a unos 250km del emplazamiento del proyecto. Según la información obtenida, tiene una producción anual de 2000 pilotes de madera de diámetro de 30cm y longitud de $L=8.0m$.

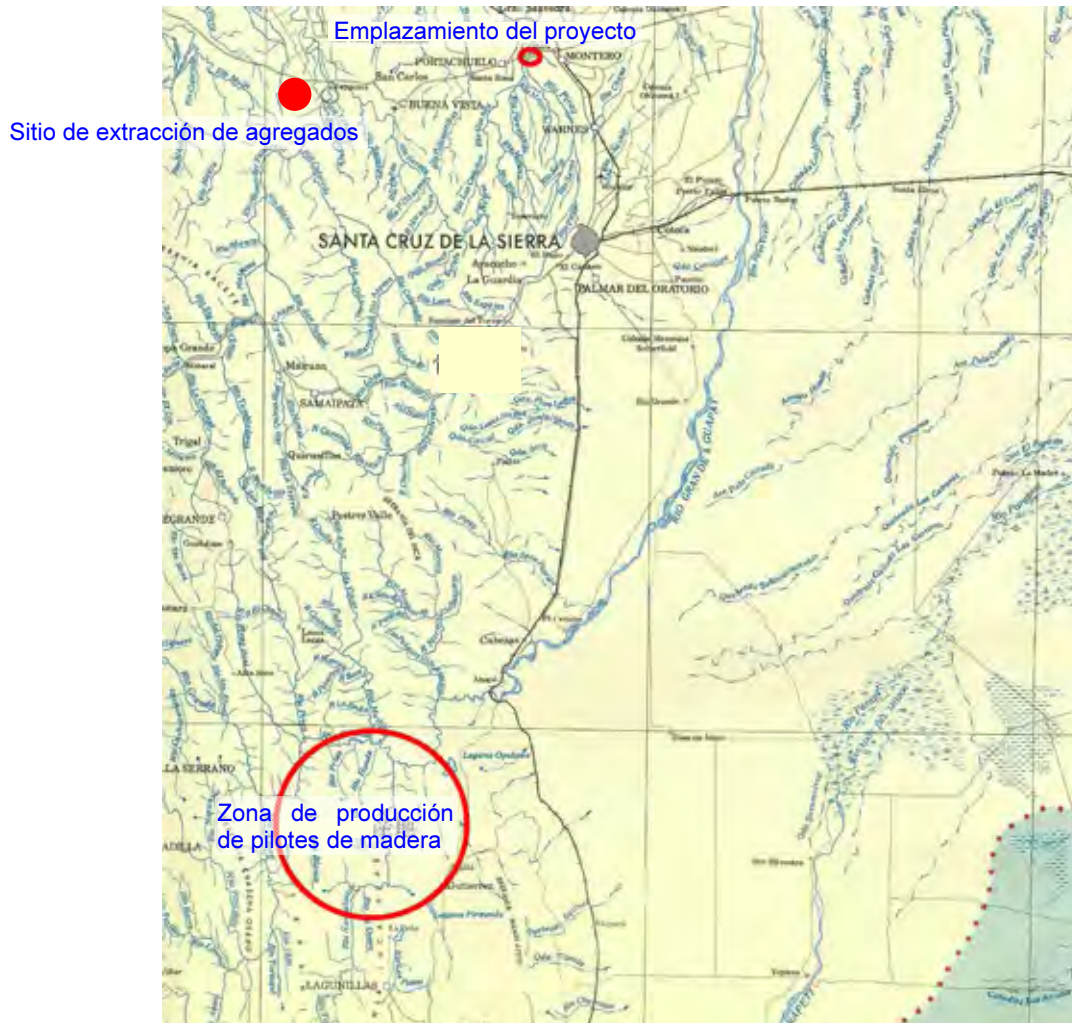


Figura 3-3-21 Ubicación de sitios para adquirir materiales

(4) Programación de ejecución

Para trazar una programación de ejecución, se han confeccionado dos programaciones: ejecución en un año fiscal, y ejecución en varios años fiscales. Debido a que existen muchos factores indeterminados para poder lograr la terminación dentro de la estación seca en la ejecución dentro de un año fiscal, esta programación se mantiene solamente como una referencia. A continuación se presentan la programación de ejecución en un año fiscal y la programación de ejecución en varios años fiscales.

(a) Procedimiento de la obra en un año fiscal

Obra	Clasificación de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trabajo preparativo	Topografía	■											
	Provisión de material	■	■	■									
	Conformación de patio para construcción	■											
	Conformación de camino para construcción			■	■								
Contramedidas (Derecha)	Instalación de las Veletas				■	■	■	■	■				
	Instalación de las obras de encausamiento				■	■	■	■	■				
Contramedidas (Izquierda)	Reforzamiento de las obras de encausamiento									■	■		
	Taabajos de consolidación				■	■	■	■	■				

(b) Procedimiento de la obra en varios años fiscales

Obra	Clasificación de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trabajo preparativo	Topografía				■												■								
	Provisión de material				■	■	■										■	■							
	Conformación de patio para construcción				■																				
	Conformación de camino para construcción					■												■							
Contramedidas (Derecha)	Instalación de las Veletas																		■	■	■				
	Instalación de las obras de encausamiento						■	■	■																
Contramedidas (Izquierda)	Reforzamiento de las obras de encausamiento																		■	■					
	Taabajos de consolidación						■	■	■	■															

(c) Principales materiales

Los principales materiales son los siguientes:

Materiales de construcción	Especificaciones y dimensiones	Unidad	Cantidad	Observaciones
Piedras rodadas	Más de $\phi 80\text{mm}$	m^3	8,552.0	Piedra natural
Pilotes de madera	$0.27 \times 1.27 \times 8.0\text{m}$	unidad	300.0	Elaboración local
Colchoneta	$1\text{m} \times 1\text{m} \times 2\text{m}$	unidad	1,805.0	
Colchoneta	$2\text{m} \times 4\text{m} \times 0.3\text{m}$	unidad	1,625.0	
Acero	D2.2mm	m^2	1,157.0	
Varillas de acero	1/2 pulgada	m	14,100.0	
Pilotes de madera	$\Phi 30\text{cm}$	unidad	893.0	Madera natural

3-4 Plan de operación, administración y mantenimiento del Proyecto

3-4-1 Administración y mantenimiento de instalaciones

La administración y mantenimiento de las obras de protección de márgenes del río una vez construidas, consiste en restaurar las instalaciones en función del grado de daños averiguando las condiciones locales para comprobar las alteraciones causadas en las instalaciones principalmente por inundaciones. Sobre las obras de encauzamiento y métodos Veleta, se estima la generación de los hundimientos y deformaciones causadas por socavaciones, sin embargo aun deformadas, si continúan desempeñando su función, no habrá problemas en especial. Sobre todo, para las obras de consolidación de la base, se estima el hundimiento desde el punto de vista de la aplicabilidad, por tanto se hará la reparación sólo cuando llegue a tal estado que afecte a la estabilidad del cuerpo de la obra.

En cuanto a la protección de márgenes del acceso al puente, como se observa claramente de los daños causados para esta ocasión, el derrumbe ocurrió por la pérdida de estabilidad del talud a causa de socavaciones en la parte frontal, con lo que la estabilidad de la base quedó considerablemente afectada. Se hará un monitoreo del estado de la obra de consolidación de la base y se reparará sólo cuando llegue a tal estado que afecte a la estabilidad de la obra de protección de márgenes.

De la administración y mantenimiento de la obra de protección de márgenes se hará cargo la oficina de ABC regional Santa Cruz. El monitoreo de las instalaciones lo podrá realizar mediante una observación visual encargada al grupo "micro empresas", cuya organización depende de ABC.

Generalmente, las estructuras fluviales quedan destruidas más por las inundaciones que por el deterioro. En caso de que las estructuras queden dañadas en gran escala, serán restauradas. Los daños de inundaciones frecuentemente están relacionados con alteraciones del curso fluvial. En tales casos, es preciso revisar no solamente la restauración de estructuras sino también la disposición y estructura de las mismas. Para lograrlo, como se describe en la siguiente cláusula, desde el punto de vista de administración y mantenimiento del curso fluvial, es necesaria una colaboración no sólo de ABC, sino también de SEARPI, entidad administradora del río.

3-4-2 Administración y mantenimiento del curso fluvial

Para tomar medidas contra erosiones de la obra de protección de márgenes a causa de inundaciones alrededor del acceso al Puente de la Amistad Bolivia-Japonés, es necesario llevar a cabo la administración y mantenimiento no solamente de las instalaciones diseñadas esta vez sino también del curso fluvial. Puesto que el curso fluvial del río Pirai se ha alterado, será necesario hacer un monitoreo de su estado y cuando llegue a una situación que pueda afectar a la estabilidad de dicho puente y su vía de acceso, será preciso tomar medidas. Además, es necesario considerar los impactos debido a la ejecución de la obra de mejoramiento del curso fluvial y la extracción de materiales de agregado.

SEARPI se encarga de la obra de mejoramiento del curso fluvial y la administración y mantenimiento del río Pirai, y tiene capacidad a tal efecto. Por consiguiente, será conveniente que para la

estabilidad del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, SEARPI realice un monitoreo conjuntamente con ABC, como parte de la administración del curso fluvial del río Piraí, y tome medidas según las necesidades. Este puente tiene también problemas de estabilidad a causa de socavaciones en pilas, que deben ser atendidos al mismo tiempo.

La última inundación produjo un meandro en el margen izquierdo a 3km aguas arriba del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés. En este sitio el suelo base está baja, y en el pasado se ramificaron inundaciones formando un nuevo curso fluvial, que atravesó la Ruta Nacional No.4. Las alteraciones del curso fluvial dependen de las alteraciones de los ríos Piraí y Guendá. Para las obras de medidas y para la extracción de grava realizadas aguas arriba, se requiere que la seguridad del Puente de la Amistad Boliviano-Japonés quede garantizada como parte de las responsabilidades de la administración del curso fluvial.

3-5 Costo estimado del Proyecto

3-5-1 Resumen

En Bolivia no existen normas para el cálculo del costo de obra como las que hay en Japón. Todas las obras adoptan el método acumulativo de experiencias del pasado. Para obtener los precios básicos se realiza un estudio del mercado y se calculan precios unitarios de la obra sumando el costo de construcción y reparación, las utilidades y el impuesto de transacciones al costo directo como el de materiales, mano de obra, seguro social, mano de obra indirecta, impuesto sobre el valor agregado, costo de maquinaria y gastos de uso. El costo estimado del presente proyecto ha sido calculado agregándole el 10% correspondiente al aumento de los precios. Como consecuencia, el costo de la obra resultó unos 1.6 millones de dólares americanos equivalente a 150 millones de yenes japonesas.

Se adjunta una gráfica de la subida de precios de materiales de construcción en la ciudad de Santa Cruz.

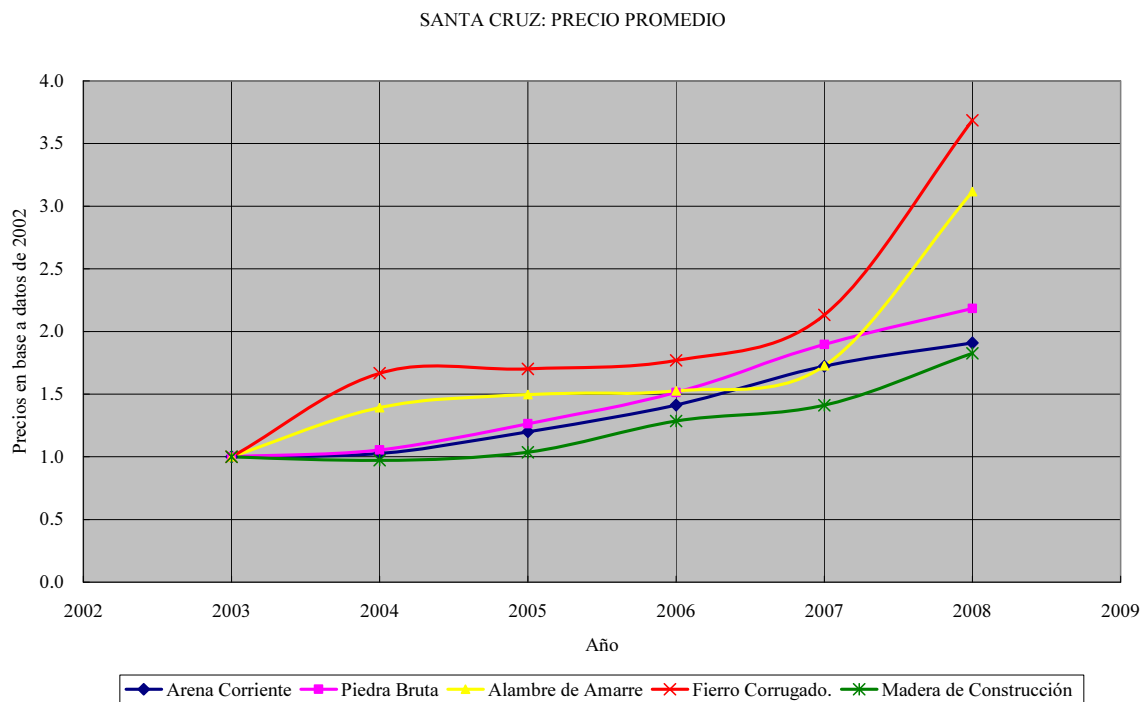


Figura 3-5-1 Variación de precios de materiales de construcción en Santa Cruz

3-5-2 Precio unitario de principales materiales

(1) Principales materiales

Ítem	Especificaciones	Unidad	Precio unitario(US\$)
Varilla de acero corrugada	D1/2" 12m	Unidad	9.82
Barra de acero	D1/2" 12m	Unidad	9.89
Cemento	Cemento Pórtland normal	Toneladas	147.00
Agregado grueso	Piedra triturada	m ³	5.31
Agregado fino	Arena	m ³	16.79
Piedra rodada	4"	m ³	20.09
Madero	φ30cm L=8.0m	Unidad	99.7

(2) Precio unitario de mano de obra

Tipo de trabajo	Clasificación	Costo de mano de obra (US\$/hora)
Obrero	Agrimensor o topógrafo	2.93
	Armador de Varilla de acero	2.35
	Encofrador	2.93
	Albañil	2.35
	Soldador	2.93
	Obrero no especializado	1.35

(3) Costo de maquinaria

Ítem	Detalles	Precio unitario (US\$/ hora)
Retroexcavadora	Tipo 0.7m ³ (con chofer)	35.0
Tractor Buldózer	CAT D-6 (con chofer)	35.0
Camión volquete	Capacidad de carga: 12.0m ³ (con chofer)	25.0
Martinete para la hincado de pilotes	Máximo .h= 11.0m(con operador)	50.0
Equipo soldador	Soldadura eléctrica (con operador)	7.0

3-5-3 Costo aproximado de Proyecto

El costo estimado de la obra calculado según el tipo de las obras y su cantidad se muestra a continuación:

Tabla 3-5-1 Costo aproximado de Proyecto

Tipo de obra	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total (US\$)
Obras provisionarias	Construcción de camino para construcción (Costo de conformación)	m3	3,000	1.448	4,344
	Topografía	m2	18,500	0.52	9,620
Obra de método Veleta	Excavación mecánica	m3	5,021	2.395	12,024
	Incado de pilote de madera (L=8m)	Pilote	300	277.606	83,281
	Instalación de pilote de madera para detención de agua (L=3m)	Pilote	720	107.504	77,402
	Varilla de acero	m	6,912	0.831	5,743
	Sub-total				192,414
Obra de encausamiento	Excavación mecánica	m3	0	2.395	0
	Colchoneta (4.0×2.0×0.3)	m3	1,535	91.343	140,193
	Gavión (1.0×1.0×2.0) h=3.0m	m3	2,250	80.668	181,503
	Manto antisocavación	m3	3,866	7.235	27,970
	Sub-total				349,666
Total de las Contramedidas en margen derecha					542,080
Obras provisionarias	Construcción de camino para construcción (Costo de conformación)	m3	1,000	1.448	1,448
	Topografía	m2	10,900	0.52	5,668
Obra de consolidación	Excavación mecánica	m3	1,200	2.395	2,874
	Colchoneta (4.0×2.0×0.3) consolidación	m3	1,200	91.343	109,611
	Gavión (1.0×1.0×2.0)	m3	1,000	73.716	73,716
	Colchoneta (4.0×2.0×0.3) reforzamiento en talud	m3	300	91.343	27,402
	Relleno (Arena)	m3	2,425	10.844	26,296
	Vegetación en el talud	m2	1,975	0.695	1,372
	Manto antisocavación	m2	6,025	7.235	43,590
	Sub-total				291,977
Obra de encausamiento	Excavación manual	m3	345	6.952	2,398
	Excavación mecánica	m3	0	2.395	0
	Incado de pilote de madera	Pilote	173	277.606	48,025
	Varilla de acero y malla metálica	m	345	73.631	25,402
	Piedras redondas o bolones	m3	880	39.697	34,925
	Colchoneta (4.0×2.0×0.3)	m3	918	91.343	83,816
	Manto antisocavación	m3	3,059	7.235	22,128
	Sub-total				216,694
Total de las Contramedidas en margen izquierda					508,671
Total de las contramedidas					1,050,751
	Elevación de precios	Juego	1	105075.1	105,075
	Supervisión	Juego	1		74,062
TOTAL					1,229,888

3-6 Recomendaciones para el mejoramiento técnico

3-6-1 Mejoramiento técnica para ABC

Para el mejoramiento técnico respecto a medidas de protección de márgenes del río y el control fluvial, como institución relacionada a la parte de carreteras está el ABC, y como institución relacionada a la parte de sector fluvial está SEARPI. Se analizaron la necesidad y el contenido de los mismos para dar recomendaciones para estas instituciones.

Respecto al mejoramiento técnico para ABC, se considera necesario el mejoramiento principalmente sobre técnica de aplicación. Es decir, al juzgar los resultados del análisis de datos hidrológicos que servirán como base del presente diseño, los resultados de manuales técnicos de la parte boliviana y manuales de gestión de prevención de desastres en carreteras elaborados en el "Estudio sobre Medidas Preventivas para Desastres en Carreteras en la Red Fundamental", se comprueba que carece de datos sobre las precipitaciones medidas que son sustancialmente necesarios para el diseño, lo que dificulta el aprovechamiento de los manuales. Por consiguiente, Analizando los datos hidrológicos y calcular las precipitaciones proyectadas por zona y por probabilidad, servirá para garantizar la seguridad de las instalaciones y prevención de desastres.

En el volumen 2 del Manual técnico de diseño vial establecido por ABC, consta una descripción sobre "hidrología y drenaje" y habla de ítems relacionados con el último desastre: hidrología, drenaje transversal, drenaje plano, diseño de canal, drenaje de agua subterránea, dinámica fluvial, medidas fluviales y enfoque medioambiental. Ante el análisis del estado de daños del último desastre, en el manual no constan valores concretos sobre las probabilidades de precipitaciones y caudal, relación entre precipitaciones y caudal, lo que dificulta el diseño de instalaciones.

En el manual constan el tratamiento de probabilidades con el uso de los resultados de la observación de precipitaciones, relaciones entre precipitaciones y caudal y método de establecer un caudal proyectado, pero debido a que en Bolivia está limitado el acceso a los datos de precipitaciones registradas disponibles, si en vez de un análisis de datos por separado, se hace un análisis de datos agrupados para resumir valores de precipitaciones según probabilidades en zonas concretas y curvas de la resistencia - tiempos correspondientes a cada probabilidad, etc., se facilitará el cálculo de caudal proyectado en una cuenca objeto o distritos de drenaje. Concretamente, si se recopilan los resultados de precipitaciones registradas en el país, sobre esta base se resumen por zona las precipitaciones según probabilidad y la intensidad de precipitaciones según el tiempo, y se describen las fórmulas de cálculo en el manual, el labor de diseño será simplificado. Actualmente sería difícil para un diseñador analizar datos recopilados de la observación. Estos resultados servirán considerablemente para la determinación de factores del caudal de diseño de puentes e instalaciones de drenaje.

Respecto a los daños causados en el acceso al puente y las medidas correspondientes, se observan varios casos de daños en el acceso y en los puentes similares; como por ejemplo, la bajada del nivel del lecho y el hundimiento causado por socavación en el puente construido en el río Yapacaní sobre

la Ruta Nacional No.4, la erosión de la protección de márgenes causada por meandros del río Ichilo y un caso antiguo del puente de Alfonso arrastrado. Para prevenir tales desastres, es necesario preparar el lineamiento técnico y resumir casos concretos de contramedidas. Actualmente ABC no tiene acumulados los planos de diseño de instalaciones existentes ni casos de desastres, lo que dificulta tomar medidas contra desastres.

Si se recopilan casos de desastres y se analizan los resultados para preparar un menú de métodos de restauración clasificados, podrán tomarse las medidas más rápidamente. Aunque son pocos los casos de desastres registrados, es posible recopilarlos a través de artículos de prensa sobre desastres del pasado. Además, agregados estos resultados al manual técnico de diseño de instalaciones, servirán para la prevención de desastres. El manual elaborado anteriormente sobre gestión de desastres viales no contiene ítems relacionados con este tema.

3-6-2 Mejoramiento técnica para SEARPI

Para las medidas contra inundaciones del río Pirá, la Corporación de Desarrollo de Santa Cruz (CORDECRUZ) empezó en el año 1971 la recopilación de información técnica sobre el río Pirá y un proyecto de obra fluvial. Posteriormente, con motivo de la inundación ocurrida en marzo del año 1983, para mitigar daños económicos y personales, fue creado en mayo del año 1983 bajo una ley de la Republica el Servicio de Encausamiento de Aguas y Regularización del Río Pirá (SEARPI). Después, según las resoluciones No.037/2003 de 2003 y No.064/05 de 2005, SEARPI, aprovechando su experiencia de más de 26 años, se encargó de la gestión de la cuenca para un desarrollo sostenible y preservación de las cuencas del Departamento de Santa Cruz. Es una institución técnica cuyas misiones son trazar, organizar y ejecutar planes de mejoramiento de los ríos y de preservación medioambiental relacionada con el agua de las cuencas en el Departamento de Santa Cruz. Desempeña el papel de recopilar datos de observación continua de la información hidrológica y meteorológica y gestionar la red de datos acumulados.

Sus actividades relacionadas con temas fluviales se clasifican en:

- Dar con prontitud alarmas relacionadas con la hidrología
- Evaluar y ejecutar proyectos de restauración
- Ejecutar medidas estructurales y no estructurales
- Mejoramiento técnico a instituciones locales sobre la gestión integral de cuencas

Es decir, el objeto de sus actividades, que era al principio las medidas frente a inundaciones del río Pirá, está pasando a un control integral de cuencas teniendo considerando las medidas contra inundaciones de los ríos del Departamento de Santa Cruz y el medio ambiente. Según la encuesta realizada a SEARPI sobre las alternativas para el mejoramiento técnico, se considera como temática los siguientes ítems:

- Gestión integral de las cuencas de los ríos Pirá, Río Grande y Yapacaní.
- Alternativas técnicas para mejorar el medio ambiente deteriorado

- Solución a problemas de la arena y tierra sedimentada en los ríos Piraí y Río Grande
- Solución al problema de la contaminación de la calidad de agua del río Piraí
- Proyecto de drenaje y prevención de inundaciones del Río Grande
- Mantenimiento de los equipos de SEARPI

En una gestión integral de cuencas, el problema está en el deterioro del medio ambiente natural provocado por el desarrollo forestal y agrícola en dichas cuencas y se requiere llevar a cabo una agricultura y selvicultura en armonía con la protección de la naturaleza. Por consiguiente, es necesario realizar un control mediante el trazado de planes de uso del suelo y una reglamentación. Sobre este tema, hay trabajos parcialmente en ejecución con la asistencia de España.

Las alternativas técnicas para el mejoramiento medioambiental, al estar relacionadas con la gestión integral de cuencas, requieren métodos de control del arrastre de tierra provocado por la tala de árboles y explotación agrícola en zonas montañosas y métodos técnicos para el mejoramiento de la productividad agrícola y forestal y la preservación del medio ambiente.

En cuanto al problema de la sedimentación de tierra y arena en los ríos Piraí y Río Grande, se presenta la sedimentación de tierra y arena y el levantamiento del lecho en las áreas donde se acumulan tierra y arena arrastradas de montes. Por otra parte, en zonas montañosas generan problemas por los arrastres de tierra y arena, y se requiere una solución a dichos problemas. Alrededor de la ciudad de Santa Cruz, los materiales de agregados para la construcción, es decir, arena, grava y cantos rodados se extraen de ríos y ocurren desastres a causa de la bajada del nivel del lecho.

Sobre proyectos de drenaje y prevención de inundaciones en Río Grande, se producen problemas de terrenos cultivados inundados a causa de mal drenaje y desbordamiento. Además, las alteraciones del curso fluvial causan meandros y hacen perder terrenos agrícolas. Por ello, se requiere el trazado de planes para prevenir los desastres, y la ejecución de las medidas correspondientes.

La problemática relacionada con los desastres del puente y el acceso al puente, está en que el río es un río natural y es no suficiente el mejoramiento del curso fluvial. Sobre todo, en el Departamento de Santa Cruz, donde la topografía es plana, los ríos que traen tierra y arena desde aguas arriba, no tienen fijo el curso fluvial. Por eso, se producen daños de desbordamiento por inundaciones y de erosiones provocadas por las alteraciones del curso fluvial en caminos, puentes, viviendas y terrenos agrícolas.

Para atender a estos desastres en el río Piraí, se constituyó SEARPI, entidad que viene trazando planes y tomando medidas. Pero, en cuanto a los ríos Río Grande, Yapacaní e Ichilo, no existen planes preventivos de desastres y solamente se han venido tomando medidas cada vez que ocurría un desastre. Particularmente, existen caminos y terrenos agrícolas en áreas inundadas o de curso fluvial alterado, lo que intensifica los daños. Para prevenir desastres, además de tomar medidas estructurales de construcción, es necesario tomar medidas no estructurales como el control del uso del suelo. Es preciso trazar un plan preventivo integral y cumplirlo.

Por otra parte, actualmente el Departamento de Santa Cruz cuenta con una economía

desarrollada, lo cual trae como consecuencia la posibilidad de intensificación de desastres como las inundaciones: aumento de tierra y arena arrastradas a causa de la tala de árboles en los montes, la explotación agrícola en zonas montañosas, aumento de inundaciones por un intensivo uso del suelo y daños de inundaciones causadas por mal drenaje. Es necesario atender a estos problemas de manera programada.

Respecto a la técnica de mejoramiento fluvial, SEARPI trazó y ejecutó un plan de mejoramiento del río Piráí con la asistencia de la Comunidad Económica Europea. Actualmente, está implementando medidas estructurales como la construcción de diques y obras de encausamiento y la excavación del curso fluvial, y también medidas no estructurales como el anuncio de alarmas contra inundaciones y elaboración de mapas de inundaciones. Para el trazado de planes preventivos de desastres, aún le falta capacidad técnica. Sobre las medidas estructurales, está basándose en la experiencia adquirida hasta ahora y no aplica nuevas técnicas aprovechando la experiencia y tecnología de otros países.

Respecto a los equipos para la medición, se realizan manualmente las mediciones fundamentales como el nivel de agua y el caudal, donde las variaciones del nivel de agua en el momento de inundación no están medidas. Por esta razón, es difícil aclarar las causas de los desastres y analizarlas. Por consiguiente, es necesario hacer observaciones con medidores automáticos de nivel de agua en los principales puntos.

En base a la temática arriba mencionada, las medidas para el mejoramiento técnico relacionada con la medida de protección de márgenes, se consideran los siguientes 5 ítems:

- Estudio de la situación real de daños causados en ríos del Departamento de Santa Cruz.
- Evaluación de efectos e impactos del mejoramiento fluvial y estructuras fluviales realizadas por SEARPI.
- Elaboración del menú de medidas utilizando tecnología avanzada.
- Ejecución de proyecto piloto para las medidas representativas
- Elaboración del lineamiento basada en los resultados, recopilación de casos reales, difusión entre los técnicos.

Respecto a los ítems relacionado a la administración de cuenca, se analiza el plan de gestión de cuencas, plan preventivo de inundaciones, plan de mejoramiento de curso fluvial, etc., para los ríos Piráí, Río Grande, Surutú, Yapacaní e Ichilo, para asociar con el Desarrollo Económico y prevención de desastres fluviales en el Departamento de Santa Cruz..

Sobre las medidas contra inundaciones del río Piráí, en el año 1991 se trazó el plan básico de encausamiento de la cuenca del río Piráí, en el año 2000 se culminó la obra de regularización del curso fluvial del río Piráí para la protección de la zona urbana de la ciudad de Montero y en la construcción del dique alrededor del puente se construyó un dique con una probabilidad de 100 años en el margen derecho, otro dique con una probabilidad de 20 años también en el margen derecho y un tercer dique con una probabilidad de 100 años en la orilla izquierda. Tras la construcción de estos diques, no se han producido grandes daños de desbordamiento. El curso fluvial sigue alterándose y aunque se instalan obras de

encausamiento y de protección de márgenes y se excava el canal, quedan problemas en la estabilidad del curso fluvial. De ahora en adelante, se requiere un control de tierra y arena relacionado con la extracción de grava en el curso fluvial como material de agregados y el suministro de tierra y arena desde aguas arriba, y un control del uso de suelo en la zona inundada aguas abajo.

En el Río Grande existe la generación de daños como desbordamientos y las erosiones causadas por alteraciones del curso fluvial, donde en una parte se está ejecutando la construcción del dique y excavación del canal. Los daños del Río Grande son extensos y será útil elaborar un plan a largo plazo incluyendo un plan de uso del suelo y realizar las obras conforme al plan.

Los ríos Surutú, Yapacaní e Ichilo son ríos con meandros y las alteraciones del curso fluvial ocasionan erosiones de caminos y terrenos agrícolas. Para solucionarlo, el trazado de un plan de curso fluvial aprovechando la experiencia en el mejoramiento del río Piraí y la ejecución de obras según necesidad contribuirá al desarrollo regional.

SEARPI cuenta con información acumulada y la experiencia en el mejoramiento del curso del río Piraí. A medida que crece la economía de Bolivia, se estima el aumento de desastres relacionados con ríos. Se considera que el resumen de las experiencias obtenidas hasta la fecha y la aplicación de los mismos a otros ríos servirán para la prevención de desastres causados por el agua en el Departamento de Santa Cruz.

3-7 Temas a considerar en la ejecución del proyecto de cooperación

3-7-1 Medidas estructurales

En este estudio se realizó el Diseño Preliminar y estimación del costo aproximado de la obra de las medidas estructurales enfocando al margen del acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés. En base a este resultado, está previsto que la parte boliviana ejecute el proyecto, es decir, previsto a realizar el diseño detallado, contrataciones de constructores, construcción de las instalaciones, y supervisión de la obra. A este propósito, a continuación se exponen algunos puntos a tener en cuenta.

Presente Diseño Preliminar está realizado en base a la información obtenida y recopilada durante el estudio in situ. Por consiguiente, en el caso que se producen cambios en las condiciones naturales y condición socioeconómica, es necesario modificar de acuerdo a dichos cambios. Especialmente, este desastre en el acceso al puente fue originado por el movimiento del curso del río Piraí, además debido a la dificultad en estimar el estado de movimiento, es necesario realizar monitoreos de la situación y tomar medidas de acuerdo a lo requerido.

El Diseño Preliminar fue realizado con la premisa de que la obra es ejecutada por la parte boliviana, por lo tanto se tomó como base los métodos de construcción aplicados en el sitio por SEARPI, y se planteó los métodos desarrollados considerando la experiencia y los materiales locales. . Por tanto, para aprovechar las experiencias adquiridas en el sitio, es preciso que ABC realice la construcción de las instalaciones y su mantenimiento con la colaboración de SEARPI

Es una planificación de construcción de la obra de método veleta como contramedida de socavación en la curvatura, por lo que es necesario definir adecuadamente la altura y ubicación de las estructuras para que muestren su efectividad en el momento de formación de meandros. El diseño actual fue planteado en base a los elementos tales como el estado de formación de meandros en el mes de marzo del año 2008, y los resultados del estudio topográfico realizado en el mes de octubre del año 2009. Dependiendo la época de ejecución de obra, existe la posibilidad de que la configuración del cauce se modifique, en cuyo caso serían necesarias realizar modificaciones del diseño.

Respecto a los puntos a tener en cuenta a la hora de ejecutar la obra, se encuentran descritos en los planes de ejecución, adquisición de equipos y materiales, y de supervisión de la obra. Destacamos los puntos de forma especial: que para la ejecución y supervisión participarán a la licitación las empresas consultoras y constructoras con experiencia en obras fluviales, que dada la dificultad de adquisición de equipos y materiales de óptima calidad en períodos cortos, es necesario programarlo los trabajos preparativos con suficiente holgura en el calendario. Así mismo, debido a que la obra es ejecutada dentro del río, existe la posibilidad de que reciba efectos de la inundación, por lo que la obra deberá ser ejecutada en la estación seca, y se requiere preparar las medidas contra la inundación.

Es una planificación de la obra de consolidación como medida contra socavación en las obras de encauzamiento y de protección de márgenes, que desde el punto de vista económica, esta obra fue planificada construirlo sobre el lecho actual. Se estima que no es necesario realizar la rehabilitación

especial en caso que las obras de protección de margen y las obras de encauzamiento mantengan su estabilidad aunque la obra de consolidación se hunda con la generación de socavación. Sin embargo en caso que la socavación sea mayor a lo estimado, deberá ejecutar las medidas como reforzamiento.

3-7-2 Gestión del cauce fluvial

Como parte integral de las medidas de protección de margen del acceso al puente, y como una de las medidas no estructurales se propuso la reglamentación y guías para las extracciones de gravas.. Además, debido a que el desastre ocurrido fue causado por la modificación del cauce del río, donde con solo tomar medidas estructurales no resulta económico, asimismo en caso de construir instalaciones muy sólidas, podría generar efectos hacia aguas abajo del puente. Por lo tanto es necesario ejecutar la obra junto con la planificación de encauzamiento y el control del mismo.

3-7-3 Mejoramiento técnico

Respecto al mejoramiento técnico para medidas de protección de márgenes y para gestión fluvial, se hizo las recomendaciones independientemente a las organizaciones ABC y SEARPI. Sin embargo, estas organizaciones solamente encargan de una parte de técnicas, donde las empresas consultoras, constructoras y universidades cumplen un papel importante. Por lo que será necesario tener conexiones con otras organizaciones. Por otra parte, con respecto a ABC, ha pasado por cambios en su organización, los cuales han impedido una transmisión de conocimientos técnicos. Por tal motivo, es muy importante la perspectiva de cómo mejorar la técnica en general incluyendo al mejoramiento técnico de las organizaciones individuales y aclaración de la función y conexión entre las organizaciones relacionadas. Por lo tanto, en el momento de formulación concreta de la propuesta de mejoramiento técnico, será necesario incluir las propuestas de las medidas con estas perspectivas.

Capítulo 4

Verificación de la Justificación del Proyecto

Capítulo 4 Verificación de la Justificación del Proyecto

4-1 Efectos del Proyecto

El objetivo del presente Proyecto es formular propuestas de medidas necesarias para la conservación del acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés en la Ruta Nacional No.4, con respecto a la erosión causado por la inundación del Río Piraí. Además, el contenido del Proyecto son: definir medidas tanto estructurales como no estructurales para la conservación del acceso al puente, entregar el Diseño Preliminar de las instalaciones relacionadas con lo anterior, así como un cálculo aproximado del costo del proyecto, y proponer las ideas para la cooperación técnica para apoyar el mejoramiento de las capacidades del organismo encargado de la gestión de los ríos.

El Diseño Preliminar y la propuesta de cooperación técnica producto del resultado de este Proyecto, demuestran su efectividad cuando realmente lleguen a ejecutarse, por lo que considerando la efectividad del caso que se realice la obra en base al diseño y la cooperación técnica, los efectos del Proyecto en su totalidad pueden definirse de la siguiente manera:

Tabla 4-1-1 Efectos del Proyecto

Actualidad y problemática	Medidas a tomar en el proyecto de cooperación	Efectos directos y nivel de mejoramiento	Efectos indirectos y nivel de mejoramiento
El curso del río se modifica en el momento de inundación, lo cual el terraplén del acceso al puente queda dañado, obstaculizando el tráfico sobre la Ruta Nacional No.4. Las limitaciones y obstaculización en el tráfico afectan a la actividad económica del Departamento de Santa Cruz	1) Refuerzo en la obra de protección de la margen, consolidación de bases. 2) Construcción de veletas y obras de encauzamiento para corregir curso el río, y reforzamiento de las obras de encauzamiento existentes.	Queda asegurada la seguridad del acceso al puente en el momento de inundación. Evita movimientos del curso del río, previene erosiones en las márgenes y mitiga la socavación en pilas y estribos del Puente de la Amistad Boliviano - Japonés	Eliminando las limitaciones de tráfico ocasionadas por la inundación, genera estabilización en el aspecto distribución de mercancías agrícolas, lo cual contribuye a la motivación de los productores. Se mejora el nivel de seguridad de los habitantes del área cercana a la orilla del río ante la eventualidad de inundaciones. Con todo ello se contribuye a mejorar el nivel y la calidad de vida de los ciudadanos del Departamento de Santa Cruz

El Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, situado sobre la ruta Nacional No.4, contribuye en gran manera al transporte y distribución de los productos agrícolas de la región norte del Departamento de Santa Cruz hacia la ciudad de Santa Cruz, y hacia Cochabamba. Como regiones que influyen en la distribución de los productos agrícolas a través el Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, pueden mencionarse Warnes, Obispo Santistevan, Sara, Ichilo, etc., lo cual indica que la población beneficiada alcanza aproximadamente un millón quinientos mil personas.

4-2 Temas pendientes y recomendaciones

4-2-1 Temas pendientes a emprender por el país receptor y recomendaciones al respecto.

Para que este Proyecto muestre su efectividad, es preciso en base al Diseño Preliminar cual es el principal resultado del presente proyecto, realizar el Diseño Detallado y la evaluación de Impacto Ambiental requerido, además de asegurar el presupuesto y se lleve a cabo la obra. Respecto a la obtención de presupuestos, no siempre existe la holgura presupuestaria suficiente, y será preciso buscar fuentes de financiación dentro de las amplias posibilidades, tanto recursos financieros del propio país como ayudas extranjeras. Por otra parte, con referencia a la ejecución de la obra, es necesario tener en consideración los temas que requieren especial atención.

Una vez se consiga la efectividad de este Proyecto incluyendo la ejecución de obra, y para que estas continúen, se podría pensar como temas pendientes la necesidad de asegurar la capacidad técnica y los recursos financieros necesarios. Referente al desastre causado por la inundación objeto, su ocurrencia no es muy frecuente donde predecirlo resulta muy difícil. Sin embargo, una vez ocurrido, lo más probable es que cause estragos y pérdidas de gran magnitud. Además, en el entorno del Departamento de Santa Cruz, Bolivia, la actividad económica es activa, donde existe la temática de la generación de desastres en consecuencia de la misma actividad económica, e intensificación de cambios climáticos debido al calentamiento global. Para prevenir esos desastres naturales, es necesario mantener una cierta capacidad técnica. Afortunadamente en el Departamento de Santa Cruz, con referencia a la rehabilitación t encauzamiento del Río Pirá se estableció SEARPI, y dicha institución tiene las informaciones acumuladas y las experiencias de construcción. Por tanto, se cree que existe la posibilidad en desarrollar y mantener las capacidades técnicas tomando como núcleo a esta institución. Así mismo, las propuestas concretas del apoyo, se mencionarán separadamente.

Referente a la capacidad técnica, es necesario mantener la capacidad no solo SEARPI, sino debe abarcar también a las capacidades de las empresas consultores y constructores relacionados. Especialmente las medidas de prevención de desastres son mayormente de naturaleza pública, donde se requiere contar con el apoyo de las oficinas gubernamentales. No obstante, existe mucho movimiento de los funcionarios de las oficinas gubernamentales, por lo que es preciso el asegurar las capacidades técnicas incluyendo a las empresas consultoras y constructoras.

Las medidas preventivas de desastres naturales tienen muchos elementos indeterminados, y por tanto es muy difícil llevarlas a cabo de una manera planificada, sin embargo se cree que es posible ejecutar mantenimientos de las instalaciones por fase, asegurando un determinado costo de rehabilitación de desastres y tomando medidas contra la generación de los desastres.

4-2-2 Cooperación técnica y coordinación con otros donantes

Referente a la cooperación técnica, se describe respecto a la propuesta de la cooperación técnica como la parte integral del presente Proyecto. En cuanto a la conexión con otros donantes, existe el antecedente de que recibió el apoyo del Unión Europeo para la prevención del presente desastre generadas por el Río Piraí. Debido a que la causa del desastre está en la formación de meandros en el cauce, tomar las medidas no solo en el punto de ubicación del puente, si no establecer el Río Piraí conecta a la mitigación de daños.

Por tal motivo, si se ejecuta la regularización del cauce, se estima el mejoramiento de la seguridad del acceso del puente. Por consiguiente, en caso de que exista la posibilidad de recibir apoyos de los países europeos para la regularización del Río Piraí, se podría pensar en la conexión entre ambos proyectos.

4-3 Justificación del Proyecto

En cuanto a la justificación del Proyecto, se estudia incluyendo la ejecución de la obra. Las medidas aquí estudiadas van orientadas a la conservación del acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés ubicado sobre la Ruta Nacional No.4, cual es la ruta troncal del corredor este-oeste en Bolivia. En caso de perderse la posibilidad de tránsito por este puente debido a la crecida del Río Piraí, genera suspensión de distribución de productos o distribución a través de carreteras alternas de largo distancia, por lo que causa gran impacto negativo en la actividad socioeconómica. Además, la Ruta Nacional del corredor este-oeste que dirige hacia la frontera con Brasil que actualmente está en construcción, y el aseguramiento de la seguridad del acceso al puente, conjuntamente desempeñan un papel importante.

Por otra parte, la obra es posible ejecutar con la capacidad técnica de Bolivia, aunque existe el impacto parcial al medioambiente por ejecución de la obra, sin embargo no se producen impactos de escala mayor. Por tanto, el presente Proyecto incluyendo en él la ejecución de obra, es muy justificable.

4-4 Conclusiones

El elemento central de este Proyecto es el Diseño Preliminar para la conservación de la protección de margen en el acceso al Puente de la Amistad Boliviano-Japonés, y al ejecutarse la obra en base al diseño, se asegurará la seguridad de la Ruta Nacional No.4 cual es la ruta troncal para la distribución, lo cual, se estima la contribución en gran medida al desarrollo económico del Departamento de Santa Cruz y de Bolivia entera.

Anexo

ANEXO – 1 INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ESTUDIO

(1) Lista de los miembros del Equipo de Estudio Preparatorio

Nombre y Apellido	Especialidades	Organización y cargo
Kenji NAGATA	Jefe de misión / Asesor principal	JICA, Depto. de Medio Ambiente Global
Masaaki KANAYA	Gestión del Proyecto	JICA, Depto. de Medio Ambiente Global, 2da. División de Prevención de Desastres
Hiroshi HASHIMOTO	Jefe de Equipo de Ingeniería / Planificación fluvial / Operación y mantenimiento	Central Consultant Inc.
Manabu MASUKO	Prevención de desastres fluviales / Estructuras fluviales	Central Consultant Inc.
Seiju IKEDA	Mecánica de suelo / Geología	Earth System Science Co., Ltd.
Junichi WADA	Ejecución de obras / estimación de costos	Central Consultant Inc.
Masato NIDAIRA	Consideraciones ambientales y sociales / condiciones socioeconómicas	Central Consultant Inc.
Kazumi IWANAGA	Coordinación del Proyecto	Central Consultant Inc.

(2) Lista de los miembros del Equipo para la presentación y explicación del Diseño Preliminar

Nombre y Apellido	Especialidades	Organización y cargo
Hirofumi MATSUYAMA	Jefe de misión / Asesor principal	Director Representante Residente JICA Oficina Bolivia
Hiroshi HASHIMOTO	Jefe de Equipo de Ingeniería / Planificación fluvial / Operación y mantenimiento	Central Consultant Inc.
Manabu MASUKO	Prevención de desastres fluviales / Estructuras fluviales	Central Consultant Inc.

ANEXO – 2 PROGRAMACIÓN DEL ESTUDIO

(1) Tabla de programación del Estudio Preparatorio

No.	M	D	Día	Contenido
1	9	28	Lun	Llegada a La Paz (Iwanaga)
2		29	Mar	Llegada a La Paz (Equipo de misión), visita de cortesía a JICA Oficina Bolivia, Embajada de Japón en Bolivia, Viceministerio de Transporte (VT), ABC y VIPFE
3		30	Mie	ABC, Explicación y discusión sobre el informe inicial, llegada a Santa Cruz (Equipo de misión)
4	10	1	Jue	Visita de cortesía a Prefectura de Santa Cruz, explicación del informe inicial al ABC Regional Santa Cruz y SEARPI
5		2	Vie	Personal JICA : Visita de cortesía a la Colonia Japonesa San Juan, Reunión con ABC Regional Santa Cruz.
6		3	Sab	Visita al Puente de la Amistad Boliviano Japonés sobre la Ruta Fundamental No.4 junto con ABC SEARPI.
7		4	Dom	Llegada a La Paz (Nagata, Kanaya, Hashimoto) Reunión entre miembros de la misión
8		5	Lun	La Paz: Reunión con ABC, VT y VIPFE. Santa Cruz: Explicación del contenido de especificaciones y solicitud del presupuesto a las empresas locales, reunión con ABC Regional Santa Cruz.
9		6	Mar	La Paz: Reunión con ABC central, VT y VIPFE Santa Cruz: Explicación del contenido de especificaciones y solicitud del presupuesto a las empresas locales, reunión con ABC Regional Santa Cruz.
10		7	Mie	Llegada a Santa Cruz (Wada, Nidaira) La Paz: Firma de la Minuta de Discusión (M/D), reporte a JICA oficina Bolivia, Embajada de Japón. Santa Cruz: Reunión con ABC Regional Santa Cruz, análisis de los documentos recolectados.
11		8	Jue	Salida del La Paz (Nagata y Kanaya), llegada a Santa Cruz (Hashimoto) Reunión interna, análisis de los documentos recolectados.
12		9	Vie	Llegada a La Paz (Wada, Nidaira) Recolección y Análisis de datos.
13		10	Sab	Llegada a Tokio (Nagata, Kanaya) Recolección y Análisis de datos, preparación de documentos para la reunión.
14		11	Dom	Llegada a Santa Cruz (Wada, Nidaira) Recolección y Análisis de datos, preparación de documentos para la reunión.
15		12	Lun	1ra. Reunión en ABC Regional Santa Cruz
16		13	Mar	Recolección y Análisis de datos, preparación de documentos para la reunión.
17		14	Mie	Selección de la empresa, preparación de documentos para la reunión.
18		15	Jue	2da. Reunión en ABC Reg. Santa Cruz, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica
19		16	Vie	Supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, recolección y Análisis de datos.
20		17	Sab	Supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, análisis de los documentos recolectados, preparación de documentos para la reunión.
21		18	Dom	Supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, análisis de los documentos recolectados, preparación de documentos para la reunión.
22		19	Lun	3ra. Reunión en ABC Reg. Santa Cruz, reunión con SEARPI
23		20	Mar	Recolección y Análisis de datos, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, preparación de documentos para la reunión.
24		21	Mie	Recolección y Análisis de datos, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, preparación de documentos para la reunión.
25		22	Jue	4ta. Reunión en ABC Reg. Santa Cruz, entrevista a SEARPI sobre Asistencia Técnica, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica.
26		23	Vie	Recolección y Análisis de datos, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica.
27		24	Sab	Recolección y Análisis de datos, reunión interna, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, preparación de documentos para la reunión.
28		25	Dom	Recolección y Análisis de datos, reunión interna, supervisión de los trabajos de Topografía y Geotécnica, preparación de documentos para la reunión.

No.	M	D	Día	Contenido
29		26	Lun	5ta. Reunión en ABC Reg. Santa Cruz
30		27	Mar	Recolección y Análisis de datos, preparación de documentos para la reunión.
31		28	Mie	Recolección y Análisis de datos, preparación de documentos para la reunión.
32		29	Jue	6ta. Reunión en ABC central
33		30	Vie	Recolección y Análisis de datos.
34		31	Sab	Análisis de los documentos recolectados, reunión interna.
35	11	1	Dom	Análisis de los documentos recolectados, reunión interna, preparación de documentos para la reunión.
36		2	Lun	Análisis de los documentos recolectados, reunión interna, preparación de documentos para la reunión.
37		3	Mar	7ma. Reunión en ABC central
38		4	Mie	Reunión con ABC Central, preparación de Informe intermedio.
39		5	Jue	Recolección y Análisis de datos, preparación de Informe intermedio.
40		6	Vie	8va. Reunión: Reunión entre VIPFE, ABC y JICA
41		7	Sab	Llegada a Santa Cruz (Wada), análisis de los documentos recolectados.
42		8	Dom	Llegada a Santa Cruz (Nidaira), análisis de los documentos recolectados.
43		9	Lun	Salida de La Paz (Hashimoto, Masuko, Iwanaga) Santa Cruz: Reunión con ABC Regional Santa Cruz y SEARPI.
44		10	Mar	Salida de Santa Cruz (Hashimoto, Masuko, Ikeda, Iwanaga), recolección y Análisis de datos.
45		11	Mie	Salida de Miami (Ikeda, Iwanaga), salida de Chicago (Hashimoto, Masuko).
46		12	Jue	Llegada a Tokio (Hashimoto, Masuko, Ikeda e Iwanaga).
47		13	Vie	Recolección y Análisis de datos.
48		14	Sab	Llegada a La Paz (Wada, Nidaira) análisis de los documentos recolectados.
49		15	Dom	Análisis de los documentos recolectados.
50		16	Lun	Recolección y Análisis de datos.
51		17	Mar	Recolección y Análisis de datos.
52		18	Mie	Recolección y Análisis de datos.
53		19	Jue	Recolección y Análisis de datos.
54		20	Vie	Recolección y Análisis de datos.
55		21	Sab	Llegada a Tokio (Wada, Nidaira).

Nota. ABC: Administradora Boliviana de Carreteras VT: Viceministerio de Transporte VIPFE: Viceministerio de Inversión y Financiamiento Externo
SEARPI: Servicio de Encausamiento de Aguas y Regularización del Río Pirai

(2) Tabla de programación para presentación y explicación del Diseño Preliminar

No.	M	D	Día	Contenido
1	2	3	Mie	Salida de Tokio (Hashimoto, Masuko)
2		4	Jue	Llegada a Santa Cruz (Equipo de misión), Deliberación con ABC Regional Santa Cruz sobre el Diseño Preliminar
3		5	Vie	Deliberación con SEARPI sobre el Diseño Preliminar, Visita al sitio (junto a personal de ABC Regional Santa Cruz)
4		6	Sab	Salida de Santa Cruz, Llegada a La Paz
5		7	Dom	Ordenamiento de los documentos
6		8	Lun	Deliberación con ABC central para la explicación del Diseño Preliminar
7		9	Mar	Reunión con VIPFE y ABC, Reporte a Embajada de Japón y JICA oficina Bolivia
8		10	Mie	Salida de La Paz (Hashimoto, Masuko)
9		11	Jue	Traslado
10		12	Vie	Llegada a Tokio (Hashimoto, Masuko)

ANEXO – 3 LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS

(1) Boliviana

Nombre y Apellido	Organización, título
(a) Viceministerio de Transporte: VT	
José Kinn Franco	Viceministro
Takao Yamane	Experto JICA
(b) Administradora Boliviana de Carreteras : ABC	
Luis Sánchez	Presidente Ejecutivo a.i.
Leonardo Ossio	Gerente de Gerencia General
José Camargo	Gerente de Gerencia de Conservación Vial (GCV)
Erick De Las Heras	Gerente de Gerencia de Conservación Vial (GCV)
Andrés Cossio	Coordinador de Obras de Emergencia y Preventivas, GCV
Daniel Cano	Ingeniero en Puentes, GCV
Verónica Veneros	Ingeniero en Hidrología e Hidráulica, GCV
Marco Ayala	Ingeniero en Puentes UPD,GCV
Isela Bermúdez	Coordinación JICA, GCV
Alvoro Cortés N.	Técnico, Gerencia de Socio Ambiental (GSA)
Adhemar Rocabado	Jefe de ABC Regional Santa Cruz
Walter Noé Angus	Consultor ABC Regional Santa Cruz
Juan Carlos Vargas	Ingeniero de Seguimiento de Obras, ABC Regional Santa Cruz
Ernesto Justiniano	Ingeniero de Seguimiento de Obras, ABC Regional Santa Cruz
(c) Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo : VIPFE	
Javier Fernández Vargas	Viceministro
Gonzalo Huaylla	Jefe de Unidad de Programación de la Inversión a.i.
Delia García	Analista, Unidad de Programación de la Inversión
Gustavo Gómez	Analista, Unidad de Gestión de Financiamiento
(d) Gobierno Departamental de Santa Cruz	
Luis Alberto Castro	Secretario Departamental de Obras Públicas
(e) Servicio de Encausamiento de Aguas y Regulación del Río Piraí : SEARPI	
Luis Ernesto Aguilera	Director Técnico
Roger Límpias	Director de Obras
Erwin Camargo	Profesional Experto en GIS
Ricardo Caballero	Profesional Experto en Hidrología

(2) Japonesa

Nombre y Apellido	Organización, título
Embajada de Japón en Bolivia	
Jyunya YAMAUCHI	Segundo Secretario
Yoko NAKAMURA	Segundo Secretario
JICA Oficina en Bolivia	
Hirofumi MATSUYAMA	Director Representante Residente
Atsushi KAMISHIMA	Sub-Director Representante Residente
Hiromi NAI	Oficial de Programas, Asistente del Representante Residente
Carlos OMOYA	Oficial Jefe de Programas de Cooperación

**MINUTES OF DISCUSSIONS
ON THE PREPARATORY SURVEY
FOR RIVER FLOOD COUNTERMEASURES
IN THE PLURINATIONAL STATE OF BOLIVIA
BETWEEN
ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS,
VICE MINISTRY OF TRANSPORTATION
OF THE MINISTRY OF PUBLIC WORKS, SERVICES AND HOUSING
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

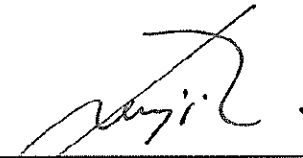
Concerning with a request from the Government of the Plurinational State of Bolivia (hereinafter referred to as "GOB"), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey for River Flood Countermeasures in Bolivia (hereinafter referred to as "the Survey") and entrusted the Survey to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). The Survey is implemented in Pirai River.

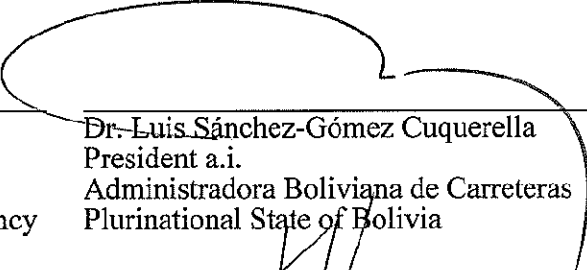
JICA sent to Bolivia the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Kenji Nagata, Senior Advisor, Global Environment Department, JICA, and was scheduled to stay in the country from 29th September to 16th November, 2009.

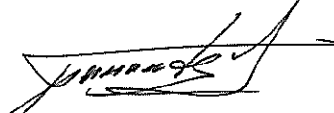
The Team held discussions with officials concerned of GOB and conducted a field survey in the survey site. The Bolivian side agreed to the contents of the Inception Report for the Survey basically. The Bolivian side shall provide necessary permissions, licenses and other authorizations for smooth implementation of the Survey, as required by the Team.

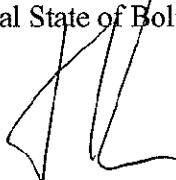
In the course of the discussions and the field survey, Administradora Boliviana de Carreteras (Bolivian Road Administration, hereinafter referred to as "ABC"), the Vice Ministry of Transportation of the Ministry of Public Works, Services and Housing (Vice Ministerio de Transportes del Ministerio de Servicios y Obras Publicas, hereinafter referred to as "VT"), Vice Ministry of Public Investment and External Finance (Vice Ministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo, hereinafter referred to as "VIPFE") and the Team confirmed the main items described in the attached sheets.

La Paz, 7th October, 2009


Mr. Kenji Nagata
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan


Dr. Luis Sánchez-Gómez Cuquerella
President a.i.
Administradora Boliviana de Carreteras
Plurinational State of Bolivia


Lic. Javier Fernández Vargas
Vice Minister of Public Investment and
External Finance
Plurinational State of Bolivia


Ing. José Kinn Franco
Vice Minister of Transportation
Ministry of Public Works, Services and Housing
Plurinational State of Bolivia

ATTACHMENT

1. Objective of the Survey

The access road to the Japan-Bolivia Friendship Bridge on the Route No.4 is under critical situation due to the repeated floods of Pirai River. Although GOB has swiftly implemented urgent bank protection works, the bank needs further reinforcement against coming big floods.

The objective of the Survey is to elaborate a plan and design of the countermeasures (structural and non-structural measures) that GOB could implement with its national resources or international cooperation to protect the river bank of Pirai River along the Route No.4.

2. Survey Site

The survey site is around the Japan-Bolivia Friendship Bridge over Pirai River located on Santa Cruz in the Plurinational State of Bolivia as shown in Annex-1.

3. Responsible and Executing Entity

The Responsible and Executing Entity is ABC. ABC is controled on the compliance of the sector policy by VT according to the presidential decree No. 0304. The organization chart of ABC is shown in Annex-2.

4. Schedule of the Survey

The consultant members of the Team will proceed with the Survey in Bolivia until 16th November, 2009. JICA will prepare the Draft Final Report of the Survey in Spanish and dispatch a mission around February 2010 to Bolivia in order to explain its contents. In case the contents of the Report are accepted in principle by GOB, JICA will complete the Final Report and send it to ABC by the end of March 2010.

5. Other Relevant Issues

5-1. Assignment of Counterpart Personnel

In response to the request by the Team, ABC assigned two officials from ABC headquarters and two officials from ABC regional office of Santa Cruz as the counterpart team of the Survey. The counterpart personnel will work with the Team as a part of the assigned functions. ABC and the Team confirmed to work together in close cooperation for the Survey.

5-2. Countermeasures for the River Bank against Erosion by Floods

The Team explained to study countermeasures of bank protection works for the river bank against erosion by floods in the Survey.

ABC requested the Team to conduct the study as well for extension and rebuilding of the bridge as the alternatives of the countermeasures.

The Team realized that since 2004 when the Japan's Grant Aid Project on the Japan-Bolivia Friendship Bridge had been implemented, flood flow condition in the upstream of the bridge has changed drastically by 2007 and 2008 floods, and countermeasures have to be planed and designed according to the present condition of

Handwritten signatures and initials on the right margin, including a large signature at the top, the letter 'K', the letter 'e', and another signature at the bottom.

Pirai River. Thus the Team answered to conduct a comparative study for the three alternatives such as bank protection works, extension of the bridge and rebuilding of the bridge in order to clarify their advantages and disadvantages. The Team added that the design of the bridge for extension and rebuilding would not be implemented in the Survey.

5-3. Cooperation among the Team, ABC and SEARPI

As Servicio Encauzamiento de Aguas y Regularización del Río Pirai (Pirai River Flood Channelling and Control Service, hereinafter referred to as "SEARPI") has plenty of hydrological information and river engineering experiences of Pirai River, the Team and ABC asked SEARPI to cooperate together for the Survey. The Team and ABC confirmed that the Team, ABC and SEARPI would share the necessary information for the Survey and elaborate a plan and design of the countermeasures against river bank erosion by floods in close cooperation and coordination.

5-4. Report to ABC and VIPFE

The Team will report to ABC and VIPFE the interim result of the Survey including a direction of the countermeasures and its rough cost estimate before leaving Bolivia in mid November 2009. ABC and VIPFE agreed to initiate procurement of the finance for implementing the countermeasures after receiving the interim result on mid November 2009.

5-5. Others

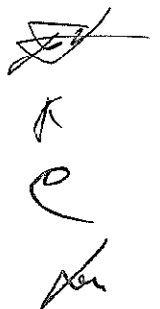
This Minutes of Discussions was prepared in English and Spanish, and both versions were signed by the Team and the Bolivian side. In case any doubt arises in interpretation, the English version text shall prevail.

END

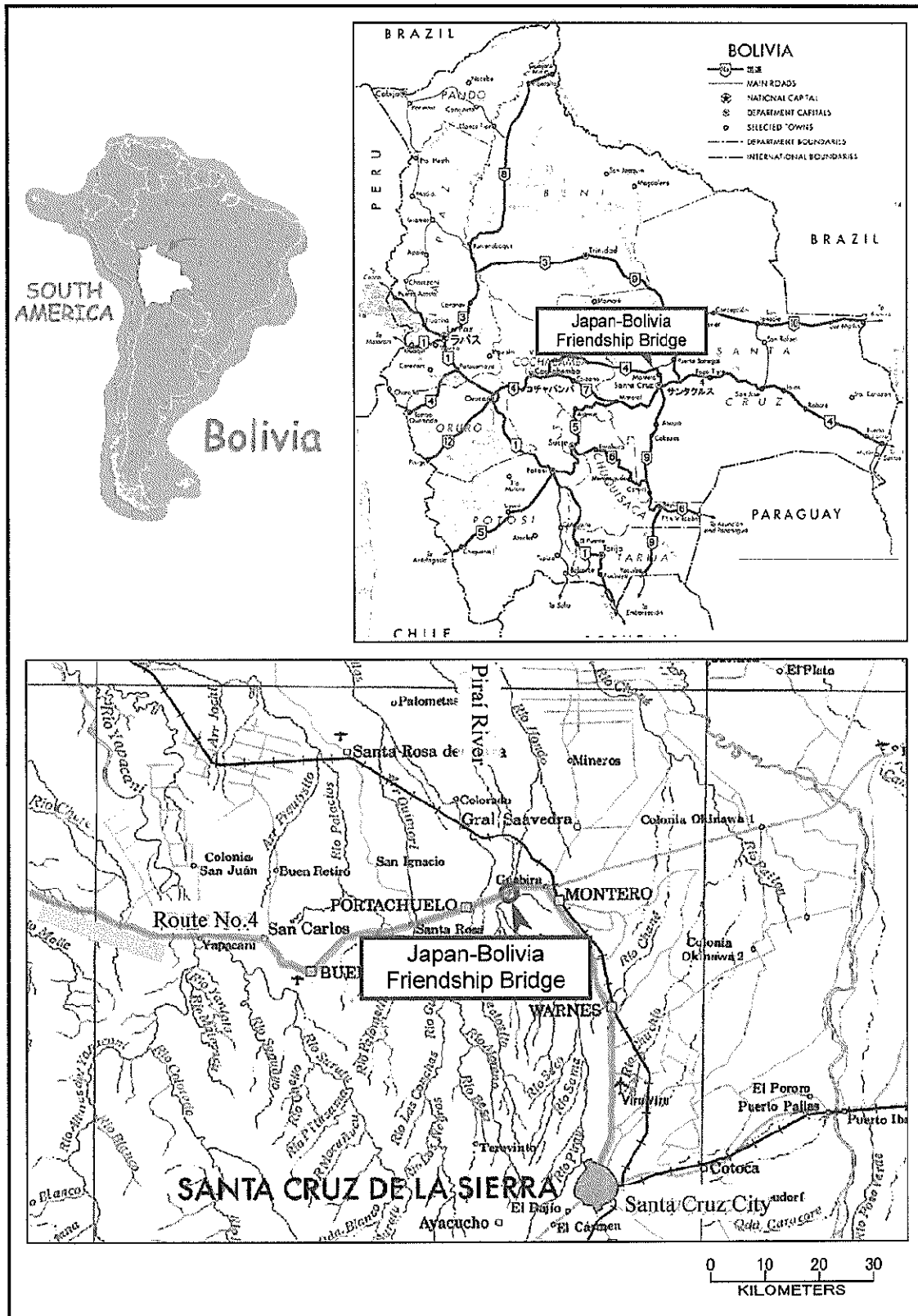
ANNEX-1: The Survey Site

ANNEX-2: The Organization Chart

ANNEX-3: The List of Participants

Handwritten signatures and initials, including a large signature at the top, followed by several smaller initials and marks.

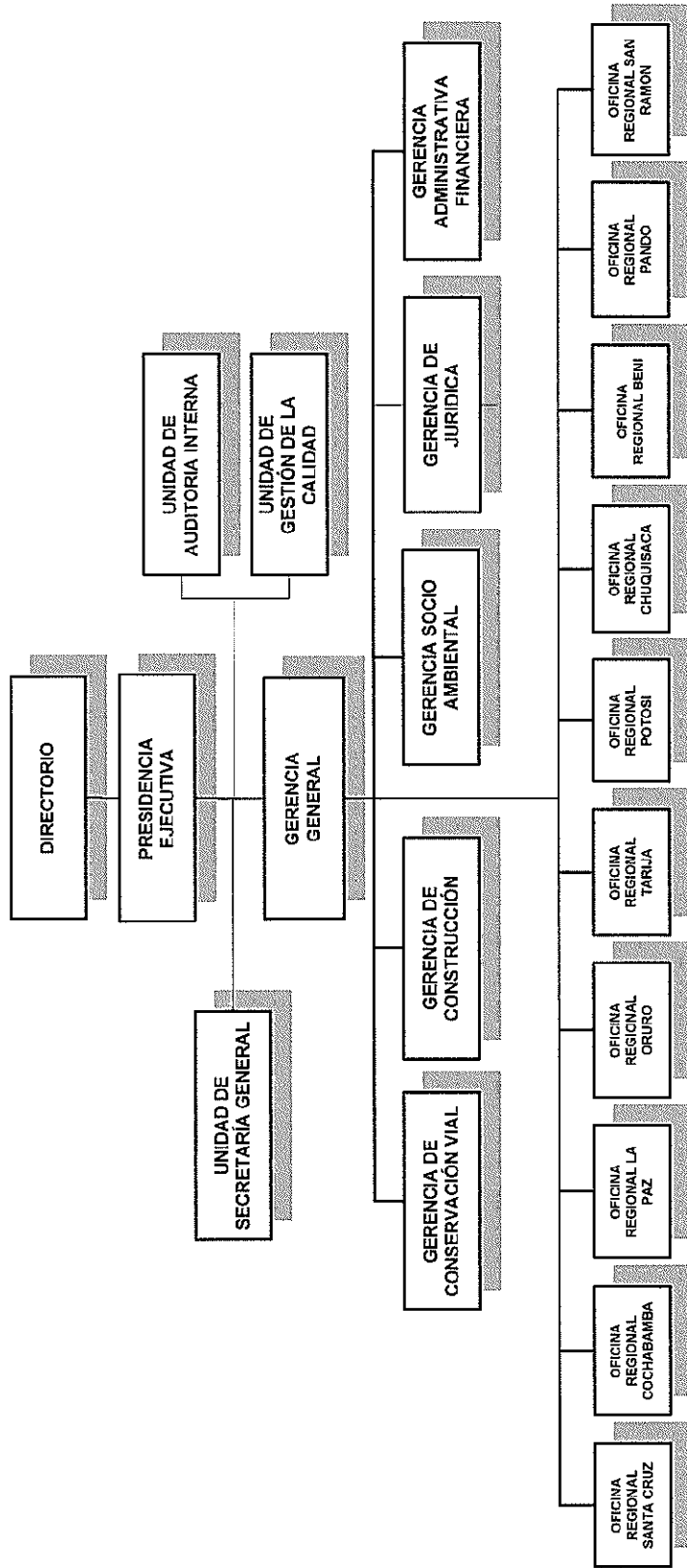
Survey Site





Organization Chart of ABC

ESTRUCTURA ORGÁNICA GENERAL



ANNEX-2

The List of Participants

Bolivian Side

Vice Ministry of Transportation, Ministry of Public Works, Services and Housing

José Kinn Franco, Vice Minister

Administradora Boliviana de Carreteras (ABC)

Luis Sánchez-Gómez Cuquerella, President, a.i.

José Camargo, Manager of Road Conservation (GCV)

Andrés Cossío, Emergency and Preventive Works Coordinator, GCV

Daniel Cano, Bridge engineer, GCV

Verónica Veneros, Hydraulics and Hydrology Engineer, GCV

Adamar Rocabado, Director, ABC Regional Office in Santa Cruz

Walter Noé Angus, Consultant, ABC Regional Office in Santa Cruz

Juan C. Vargas P., Follow up engineer, ABC Regional Office in Santa Cruz

Marco Ayala Arnéz, Bridge engineer, Disaster Prevention Unit, GCV

Vice Ministry of Public Investment and External Finance

Javier Fernández Vargas, Vice Minister

Gonzalo Huaylla, Boss a.i, Preinvestment Unit

Delia García H., Analyst, Investment Programming

Gustavo Gómez V., Analyst, External Finance

Prefectural Department of Santa Cruz

Luis Alberto Castro Salas, Departmental Secretary of Public Works

Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regularización del Río Piraí (SEARPI)

Luis Ernesto Aguilera Ortíz, Technical Director

Roger E. Limpías S., Director of Works

Erwin Camargo, Professional Expert (GIS)

Ricardo Caballero, Professional Expert (Hydrology)

Japanese Side

Kenji NAGATA, Leader, JICA Preparatory Survey Team

Masaaki KANAYA, Planning Management, JICA Preparatory Survey Team

Hiroshi HASHIMOTO, Chief Consultant, JICA Preparatory Survey Team

Manabu MASUKO, Member, JICA Preparatory Survey Team

Seiju IKEDA, Member, JICA Preparatory Survey Team

Kazumi IWANAGA, Member, JICA Preparatory Survey Team

Hirofumi MATSUYAMA, Resident Representative, JICA Bolivia Office

Hiroshi NAI, Staff, JICA Bolivia Office

Carlos OMOYA, Staff, JICA Bolivia Office