

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
REPÚBLICA DE COSTA RICA

**EL ESTUDIO
SOBRE
EL DESARROLLO DE CAPACIDAD
EN
LA PLANIFICACIÓN DE REHABILITACIÓN,
MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE PUENTES
BASADO EN
29 PUENTES DE LA RED DE CARRETERAS NACIONALES
EN
COSTA RICA**

INFORME FINAL

1 de 3

RESUMEN

Febrero 2007

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

**Oriental Consultants Company Limited
Chodai Company Limited**

| |
|-------|
| SD |
| JR |
| 07-07 |

El siguiente Tipo de Cambio fue aplicado en el Proyecto:

USD 1.00 = 116.91 JPY (Agosto 2006)

USD 1.00 = 515.86 CRC (Agosto 2006) CRC: Costa Rica Colon

PRÓLOGO

En respuesta de la petición del Gobierno de la Republica de Costa Rica, el Gobierno de Japón ha decidido conducir El estudio sobre el desarrollo de capacidad en la planificación, rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes, basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica confiándolo a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)

JICA selecciono y despacho un equipo de estudio liderado por el Dr. Masaaki TATSUMI de Oriental Consultants Co., Ltd. El equipo consiste en la asociación de Oriental Consultants Co., Ltd. Con Chodai Co. Ltd para Costa Rica, entre Septiembre del 2005 y Enero del 2007.

El equipo sostuvo debates con los oficiales interesados del Gobierno de Costa Rica y dirigió la asistencia técnica para Desarrollo de Capacidad en el mantenimiento de puentes y la rehabilitación así como también el refuerzo y el diseño de rehabilitación de los 10 puentes seleccionados en el área de estudio. Al regresar a Japón, el equipo desarrollo estudios adicionales y preparó este informe final en febrero del 2007.

Espero que este informe contribuya a desarrollar su aptitud en el mantenimiento y la rehabilitación de puentes de Costa Rica, y para el realce de relación acogedora entre nuestros dos países.

Finalmente, quiero expresar mi sincero elogio para los oficiales interesados del Gobierno de Costa Rica y su estrecha cooperación durante el estudio.

Febrero 2007

Kazuhisa MATSUOKA

Vicepresidente

Agencia de Cooperación Internacional de Japón

CARTA DE REMISIÓN

Febrero 2007

Mr. Kazuhisa MATSUOKA,
Vicepresidente
Agencia Cooperación Internacional de Japón (JICA)
Tokyo, JAPÓN

Tenemos el placer de enviarles el Reporte Final de El estudio sobre el desarrollo de capacidad en la planificación, rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes, basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica

El Estudio fue desarrollado por Oriental Consultants Co., Ltd en sociedad con Chodai Co. Ltd. durante el periodo de Septiembre del 2005 a Enero del 2007. Al dirigir el Estudio, completamos la asistencia tecnica para el Desarrollo de Capacidad en el mantenimiento y rehabilitación de puentes asi como en el rerefuerzo y diseños de rehabilitación de los 10 puentes seleccionados.

Deseamos tomar esta oportunidad para expresar nuestro agradecimiento a los funcionarios de JICA, Ministerio de Asuntos Internacionales de Japon, Ministerio de Obras Publicas y Traspportes (MOPT), Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), Oficina de JICA Costa Rica y de la Embajada de Japón en Costa Rica por su cooperación durante el Estudio.

Finalmente, deseo que este reporte contibuya a cooperacion de Costa Rica.

Atentamente,

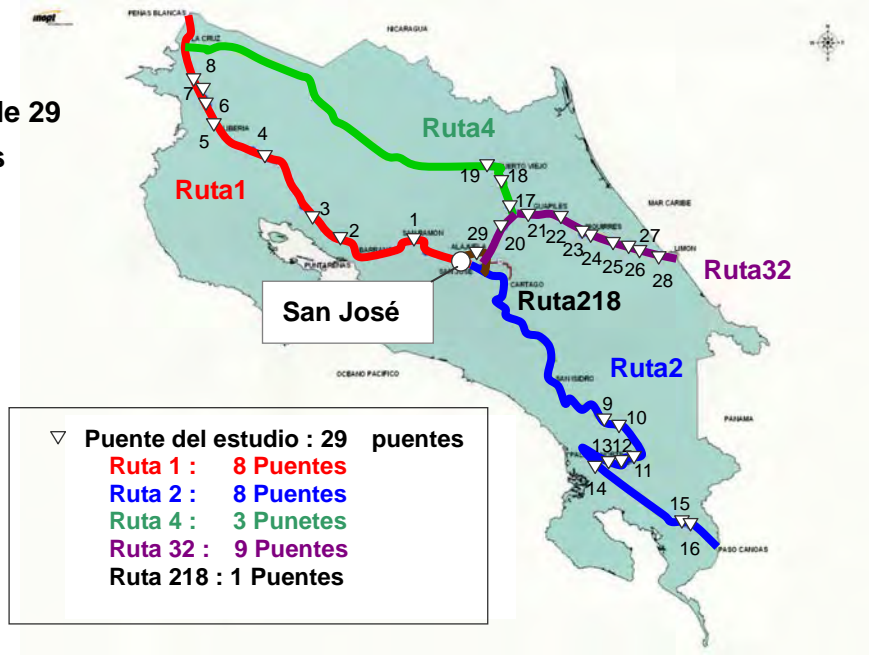
Masaaki TATSUMI

Lider del Equipo, Equipo de Estudio de El estudio sobre el desarrollo de capacidad en la planificación, rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes, basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica

Mapa de Ubicación del Proyecto



Ubicación de 29 puentes



Resumen del Proyecto

| | |
|--|---|
| 1. País | República de Costa Rica |
| 2. Nombre del Estudio | El estudio sobre el desarrollo de capacidad en la planificación de rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes, basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica |
| 3. Agencia de Contraparte | Ministerio de Obras Públicas y Transportes |
| 4. Objetivos del Estudio | <ul style="list-style-type: none"> • Asistencia en el Desarrollo de Capacidad de la Rehabilitación, Planeamiento, Mantenimiento y Administración de Puentes • Implementación de Inspección, Diagnóstico y Plan de Rehabilitación y Refuerzo para puentes en vías • Establecimiento de Herramientas de Mantenimiento de Puentes (Sistema de Administración de Puentes (SAP), Manuales y Lineamientos) |
| 1. Área de Estudio <ul style="list-style-type: none"> • 29 Puentes de las Rutas Nacionales (Ruta 1, 2, 4, 32, 218) incluyendo el Plan de Rehabilitación y Refuerzo de 10 Puentes • Agencias Gubernamentales, Involucrados relevantes en el Mantenimiento de Puentes. | |
| 2. Componentes del Estudio <ol style="list-style-type: none"> 1) Formulación e implementación del Programa de Desarrollo de Capacidad para Mantenimiento y Administración de Puentes <ol style="list-style-type: none"> a) Diferencia de Capacidad b) Formulación de Políticas Básicas en el desarrollo de capacidad c) Implementación del Desarrollo de Capacidad 2) Evaluación de las Condiciones Existentes (Inspección/Diagnóstico): en 29 puentes <ol style="list-style-type: none"> a) Establecer el Método de Inspección e Implementación del sitio de inspección b) Establecer el Método de Evaluación de las deficiencias del Puente y la selección de los 10 puentes prioritarios 3) Formulación del Plan de Rehabilitación y Refuerzo para puentes : sobre 10 puentes <ol style="list-style-type: none"> a) Implementación de la Inspección detallada b) Implementación de los estudios de las condiciones naturales (Condiciones del Río, Examinación Geologica) c) Implementación de las Pruebas de Carga del Puente (la transferencia técnica del procedimiento de prueba es el objetivo principal) d) Exámen y Selección del Plan de Construcción para la rehabilitación y refuerzo e) Elaborar los diseños y dibujos de la rehabilitación y refuerzo f) Implementación del plan de construcción preliminar, estimación de costos y análisis económico. g) Implementación del EAI y reuniones de involucrados, formulación de asistencia de los terminos de referencia e impacto ambiental 4) Establecimiento de las Herramientas para el mantenimiento y administración de puentes (SAP, Manuales y Lineamientos) | |
| 3. Descripción <p>Desarrollo de Capacidad La “Valoración de Diferencia de Capacidad” fue desarrollada basada en varias entrevistas con las instituciones relevantes con el fin de comprender los problemas de la administración de puentes en los niveles Individual, Organizacional y Socio/Institucional. A través del Método de CAP (Problemas & Análisis de Objetivos), Políticas Básicas y programas de DC, lo cual comprende 13 prototipos modulares de proyecto, fueron formulados. Como soporte principal para el programa de implementación del programa, el “Grupo Consultivo de Administración de Puentes (GCAP)” fue organizado por sectores con miembros de sectores Público-Privado-Académico. Para el realce de la implementación, fueron agrupados 5 proyectos modulares integrados y ubicados en 5 grupos de trabajo formando el “Grupo Consultivo de Administración de Puentes (GCAP)” para preparar la “Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)” y los planes de Acción (PO). Durante el periodo de Estudio, el Desarrollo del Recurso Humano propenso a la mejora de las capacidades individuales mediante la anticipación de prioridades en el inicio del programa a gran escala, mientras la estructura organizacional fue propuesta para el desarrollo de la capacidad organizacional por el Equipo de Estudio. Al final del Estudio, se diseñó y se desarrollo un seminario para la región del PPP en conjunto con la agencia de contraparte de Costa Rica para esparcir inicialmente las entradas/salidas entre los países del PPP. A través de las presentaciones de la contraparte en el seminario, se verificó el proceso escalonado del desarrollo de capacidad.</p> <p>Plan de Rehabilitación & Refuerzo para el Mantenimiento y Administración de Puentes Los sitios de inspección fueron tomados en el estudio de 29 puentes y se estableció el método de evaluación para la deficiencia de puentes. Se seleccionaron 10 puentes prioritarios para implementar la inspección detallada, planeación y diseño de rehabilitación/refuerzo, planes de construcción, estimación de costos y análisis económico. Después de determinar procedimientos guías se elaboraron estatutos de mantenimiento de puentes en Costa Rica. Es más otras herramientas suplementarias fueron elaboradas como por ejemplo, Manuales de Inspección, Manual de Operación del SAP y Lineamientos para la administración de puentes.</p> | |
| 4. Conclusiones y Recomendaciones <ul style="list-style-type: none"> • Fueron extraídos y delineados 5 proyectos modulares a través del Estudio. Es recomendado que la administración del puente deba debidamente implementar en conformidad con esos 5 proyectos modulares integrados para futuro de la administración de puentes en Costa Rica. • Es recomendable que el GCAP así como los Grupos de Trabajo se enfocan en operaciones ininterrumpidamente como se muestra en los siguientes aspectos. <ul style="list-style-type: none"> ➢ Mejora de la Capacidad Individual de los oficiales del MOPT y CONAVI ➢ Desarrollo a Largo Plazo en Desarrollo de Recursos Humanos y el Intercambio de Información Técnica ➢ Mejora de Regulaciones y Estándares ➢ Promoción de Políticas de Normas Gubernamentales y Relaciones Públicas • Se requiere de Monitoreo Continuo y Evaluación de Salidas del Proceso de Desarrollo de Capacidad | |

RESUMEN DEL ESTUDIO

Período de Estudio: A partir de Setiembre, 2005 hasta Febrero, 2007

Contraparte: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Vialidad

R.1 Antecedentes y Objetivos del Estudio

La Red Vial de Costa Rica es de 35,000 km en longitud total y comprende la carretera internacional llamada Carretera Panamericana. Ya que el transporte predominante en Centro América es de tipo terrestre comparado con el transporte marítimo o aéreo, la mejora de la red vial es un factor clave en el desarrollo e integración de la economía en la región. Consecuentemente, es de comprensión general que el mantenimiento de carreteras deberá producir impactos inmensos y en la región de tipo socio-económicos en Centro América.

Siendo que la mayoría de los 1,330 puentes en la carretera nacional sufren de un severo deterioro causado por los sismos, los ríos e incremento del volumen de tráfico, la deficiencia en el mantenimiento de carreteras ha permitido que esos daños alcancen niveles cada vez más críticos. El Plan de Desarrollo Nacional de Costa Rica establece que la rehabilitación de puentes en las carreteras destinadas para el transporte de camiones es particularmente clave para acelerar el crecimiento de la economía en el país.

Debidos a estas razones, el Gobierno de Costa Rica solicitó al Gobierno de Japón implementar la asistencia técnica en el sistema de administración de puentes. En respuesta a esta solicitud se decidió conducir el Estudio, con una muestra de 29 puentes en las carreteras de transporte de camiones pesados, enfocado en la asistencia para el desarrollo de capacidad para el reforzamiento, rehabilitación y administración de puentes con el siguiente calendario.

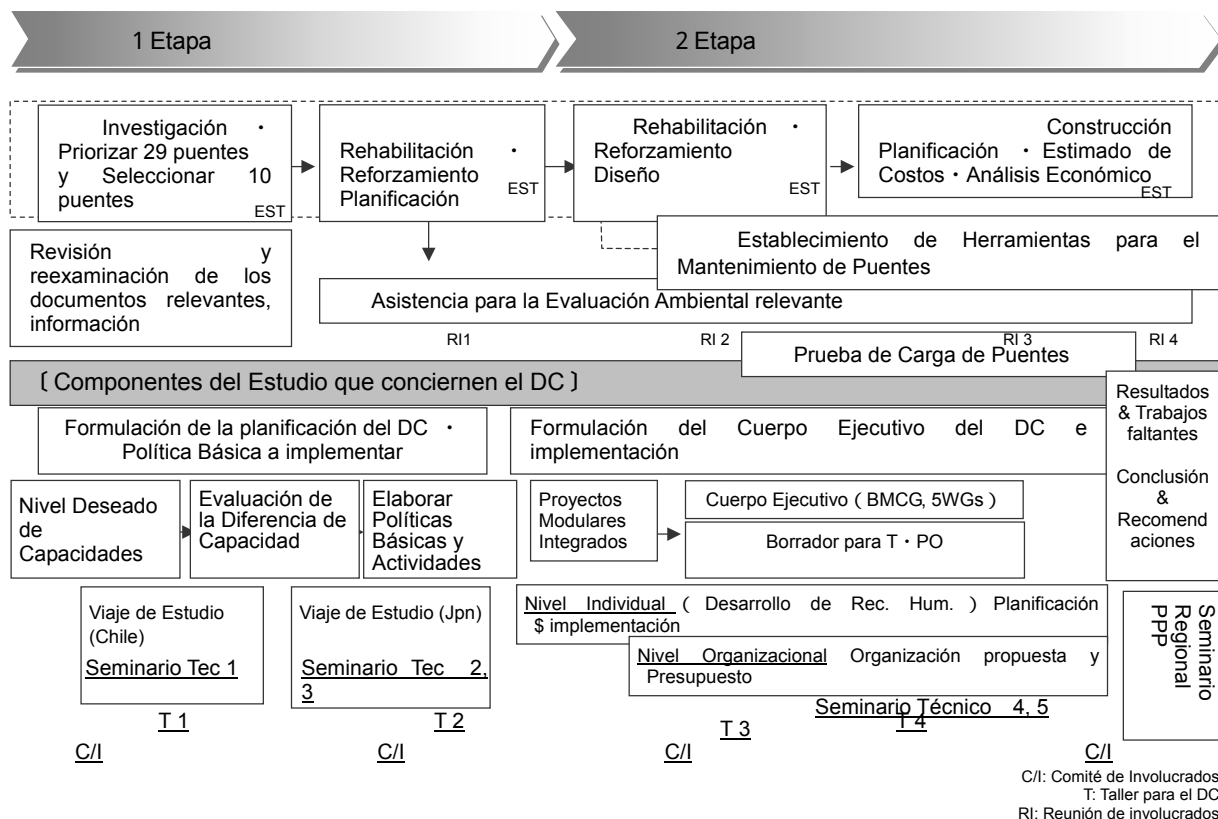


Figura 1.1. Componentes y Proceso Esquemático del Estudio

R.2 Revisión y Examen de Documentos y Datos relevantes

Las condiciones nacionales y socio-económicas se revisaron en los siguientes ítems.

- Condiciones naturales: geografía, clima, sismos.
- Estado socio-económico: uso de los suelos, datos de la población/índice social, economía e industria
- Estado actual de la red vial
- Estado actual del mantenimiento de carreteras

R.3 Condición existente de los Puentes y estado del mantenimiento de Puentes

Para comprender el estado actual de los puentes y el mantenimiento de puentes, se examinaron los siguientes ítems.

- Condición existente de los puentes en Costa Rica
- Estándares de Diseño de Puentes
- Mantenimiento de Puentes (Organización ejecutiva, sistema de mantenimiento de puentes)

R.4 Evaluación de la Diferencia de Capacidad

La evaluación de la diferencia de capacidad a gran escala se condujo juntamente con los oficiales contraparte del MOPT y CONAVI para poder evaluar las capacidades a nivel “individual”, “Organizacional” e “Institucional y social” en términos del mantenimiento de puentes y por lo tanto identificar los problemas existentes. La evaluación se implementó a través de las entrevistas con instituciones relevantes:

- a) MOPT, los departamentos relacionados y oficinas regionales
- b) CONAVI, los departamentos relacionados y oficinas regionales
- c) Otros ministerios gubernamentales y agencias relevantes tales como Ministerio de Salud, MIDEPLAN, CNC, MINAE, SETENA, etc.
- d) Universidad de Costa Rica e institutos de investigación relacionados como LANAMME
- e) Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
- f) El Sector privado tales como los contratistas y compañías de diseño
- g) Usuarios como los conductores de camiones, pasajeros y ciudadanos

Los procedimientos para la evaluación de la diferencia de capacidad incluyen los siguientes pasos. 1) Diseño de las hojas de puntaje de la evaluación de la diferencia de capacidad, 2) Entrevistas y recopilación de datos/información de los involucrados relevantes, 3) Evaluación preliminar de la diferencia de capacidad y la evaluación de la diferencia de capacidad a gran escala. El análisis de la ACP (Administración del Ciclo del Proyecto) incluye el análisis del problema y el análisis de objetivos se empleo para resolver el atasco que no permite la administración de puentes ideal.

Después del análisis del problema, el problema principal del “Mantenimiento de Puentes

Inapropiado” se derivó de i) una capacidad de mantenimiento de puentes insuficiente, ii) una débil estructura organizacional en el mantenimiento de puentes, iii) presupuesto insuficiente para el mantenimiento de puentes, iv) un reforzamiento insuficiente de las leyes, regulaciones y estándares, y v) un conocimiento insuficiente de la administración del mantenimiento de puentes.

R.5 Políticas Básicas Para el Desarrollo de Capacidad

Para poder resolver los problemas identificados por el análisis del problema, el programa para la administración total del mantenimiento de puentes y la rehabilitación, el cual está compuesto por un grupo de 13 proyectos modulares prototipo que se propone por medio del análisis objetivo y el análisis alternativo.

R.6 Implementación del Desarrollo de Capacidad para el Programa de Mantenimiento de Puentes Comprensivo

Los 13 proyectos modulares prototipo identificados fueron integrados en 5 proyectos modulares a gran escala. Al formular la MDP (Matriz de Diseño del Proyecto), se refiere al programa de mantenimiento de puentes como el grupo de 5 proyectos modulares a gran escala .

| <i>Proyecto Modular Integrado 1 (PM-1): Proyecto de Construcción de la Capacidad Individual MOPT y COMAVI</i> | | |
|---|--|------------------------|
| 1 | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para la Inspección y Diagnóstico | Nivel "Individual" |
| 2 | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para la operación del SAP, la selección prioritaria y la Rehabilitación, Planificación de Puentes | Nivel "Individual" |
| 3 | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para implementar la rehabilitación de Puentes | Nivel "Individual" |
| <i>Proyecto Modular Integrado 2 (PM-2): Proyecto de Construcción Institucional para MOPT y CONAVI</i> | | |
| 1 | Proyecto de Fortalecimiento Institucional para la Dirección de Puentes del MOPT | Nivel "Organizacional" |
| 2 | Proyecto de Fortalecimiento Institucional para el Nuevo Dept. relacionado a Puentes de CONAVI | Nivel "Organizacional" |
| <i>Proyecto Modular Integrado 3 (PM-3): Proyecto de Desarrollo de Recursos Humanos a largo plazo y de intercambio técnico</i> | | |
| 1 | Proyecto de Desarrollo de Recursos Humanos a largo plazo | Nivel "Individual" |
| 2 | Proyecto de intercambio público-privado- académico-técnico | Nivel "Organizacional" |
| 3 | Proyecto de Intercambio Técnico de los países miembros del PPP | Nivel "Social" |
| <i>Proyecto Modular Integrado 4 (PM-4): Proyecto de Mejora de regulación y estándares</i> | | |
| 1 | Proyecto de Mejora de Regulaciones Técnicas y Estándares de Diseño | Nivel "Institucional" |
| 2 | Proyecto de Mejora de la Gestión de Regulaciones y Procedimientos | Nivel "Institucional" |
| <i>Proyecto Modular Integrado 5 (PM-5): Proyecto de la Promoción y Defensa de las Relaciones Públicas</i> | | |
| 1 | Proyecto de la Defensa de la Administración de Bienes para las Autoridades Financieras y de Planificación | Nivel "Institucional" |
| 2 | Proyecto de Relaciones Públicas y Defensa de los Usuarios de los Puentes | Nivel "Social" |
| 3 | Proyecto de Relaciones Públicas y Defensa de los | Nivel "Social" |

Como un cuerpo principal para la implementación del programa de desarrollo de capacidad “Grupo Consultivo de Mantenimiento de Puentes (GCMP)”, consiste de representantes de varias organizaciones y fue establecido para formar 5 grupos de trabajo. Para concretar la implementación del programa, se elaboró un borrador preliminar del DET y el PO. El DET y el PO a gran escala se formularán como el plan de 5 años en el curso de una serie de

reuniones del GCMP realizadas en el año fiscal 2007 para que se pueda iniciar el plan en el año fiscal 2008.

Como parte de la asistencia del desarrollo de capacidad organizacional, el equipo de estudio propuso una estructura organizacional y un presupuesto para el mantenimiento de puentes.

Para lograr extenderse a los países miembros del PPP, se realizó el Seminario Regional PPP al final del estudio, lo cual permitió introducir el lineamiento y extender los resultados del estudio a los países vecinos en la administración de puentes.

R.7 Desarrollo de Recursos Humanos

El Desarrollo de Recursos Humanos juega un papel en el programa de desarrollo de capacidad a nivel individual, lo que comprende principalmente las actividades de entrenamiento técnico para la administración de puentes. Estas actividades se anticiparon al inicio del desarrollo del programa y se refirieron como medidas del programa (proyecto modular integrado 1, 3).

Las Actividades de entrenamiento técnico se han introducido e iniciado esencialmente proyectándose al equipo de las contrapartes técnicas al principio del estudio. Estas actividades se practicaron como Entrenamiento en el Sitio de Trabajo (EST) y en los seminarios técnicos para realzar el conocimiento, las habilidades y las actitudes. Además, se puede notar que se realizó el Viaje de Estudio al Extranjero para obtener efectos suplementarios y amplificar la efectividad en ambos el entrenamiento técnico y la divulgación.

R.8 Condiciones Existentes e Inspección del Sitio de los Puentes del Estudio

Se examinaron e inspeccionaron visualmente los 29 Puentes del Estudio (17 puentes de viga de concreto, 12 puentes de viga de acero). Los documentos y datos relevantes, por ejemplo: se recolectó y revisó los inventarios de puentes en el MOPT, planos, historia de la reparación, volumen de tráfico, mapa topográfico, información del río para poder comprender la condición de cada puente. Los ingenieros de puentes del MOPT se unieron al equipo de Estudio para implementar la inspección visual de todos los puentes como un “Entrenamiento en el Sitio de Trabajo”, usando efectivamente las hojas de inspección.

| Miembro | Resultados (Deterioro) | Puente No. | Comentarios (Causas Posibles) |
|-----------------|--|-----------------|---|
| Superestructura | La losa está dañada severamente. | 14 puentes | El volumen de tráfico pesado es una de las causas principales. Todos los puentes en la Ruta 1 tienen daños en sus losas, mientras que los puentes en la R.2 que fueron construidos entre 19060 y 1970 lo mismo que los de la R.1. |
| | Se observan daños en los nudos de conexión entre el larguero y la viga transversal | Cercha de Acero | Causado por la falta de rigidez en el marco de cubierta |
| | Los apoyos se rompieron por un terremoto (las vigas principales están mal ubicadas por 10 cm en dirección transversal) | No.26, 27, 28 | Los puentes ubicados en la Ruta 32 cerca del Puerto de Limón es donde ocurrieron los terremotos de 1991 |
| | Las deformaciones de las vigas principales se observan en los puentes de viga de cajón de PC. | No.17, 20 | Causada presuntamente por un control de calidad insuficiente durante la construcción. |

| | | | |
|--------------------------------|---|--|---|
| | Se observa el colapso del talud alrededor del bastión. | La mayoría de los puentes | |
| Subestructura | Se observa socavación alrededor de la fundación en las pilas o bastiones. | Algunos de los Puentes | En el Puente No. 16, la fundación de la pila está expuesta más de 2 m por debajo de la parte inferior de la fundación debido a la socavación. |
| Accesorios | Daños en las juntas de expansión y las barandas. | 29 puentes | Mantenimiento Insuficiente |
| Medidas Antisísmicas | Contra medidas insuficientes para el fallo del Puente (reforzamiento: alargamiento de la subestructura: traslape de la longitud de las vigas, sobre el ancho de la meseta de asiento del puente | | |
| Contra medidas para carga viva | Capacidad de carga insuficiente contra HS20-44+25% | Los Puentes en la R.1 y la R.2 se diseñaron con H15-S12 de carga viva y los puentes en otras rutas se diseñaron con HS20-44. | |

R.9 Selección de los 10 Puentes para la Rehabilitación, reforzamiento

Bajo la colaboración entre los ingenieros de puentes del MOPT y el Equipo de Estudio, se proceso y finalizó la selección de los puentes prioritarios para la rehabilitación de acuerdo con la evaluación de la deficiencia comprensiva de puentes cuyo criterio consiste de un grado de deterioro observado, el peso determinado por la importancia funcional como partes estructurales, lo mismo que el peso determinado por el impacto negativo potencial que esos daños presentes causan al afectar las partes estructurales de los puentes. En el Estudio, se aplicó el Proceso Jerárquico Analítico (PJA), como el método de apoyo de decisión utilizado para la evaluación de la deficiencia de puentes.

Se seleccionaron 10 puentes para la rehabilitación y reforzamiento con base en los resultados de la evaluación de la deficiencia de puentes, y con otros criterios, lo cual es el propósito del Estudio, los resultados del estudio deberán ser aplicados ampliamente y expandirse para el mantenimiento de puentes en Costa Rica.

R.10 Plan de Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puente seleccionados

El plan para la rehabilitación, reforzamiento se formuló a través de la evaluación de los resultados de los diseños detallados (Inspección Visual, prueba de la muestra del núcleo del concreto, prueba del martillo schmidt, prueba de fenolfetaleína, detección de la posición del acero de refuerzo, medición del grosor de la placa de acero) y el análisis estructural.

En este caso particular del Estudio, que se requiere verificar y asegurar que la capacidad de carga satisfaga HS20-44+25% y la resistencia sísmica satisfaga los códigos antisísmicos locales, se aplicó un análisis estructural con modelos estructurales computarizados para verificar las fuerzas tensionales o esfuerzos de cada miembro para determinar una necesidad al mismo tiempo que reforzar las condiciones específicas.

La Prueba de Carga de Puentes se condujo principalmente con el objetivo de la transferencia técnica a los ingenieros del MOPT. Con base en los resultados de la medición de la frecuencia del esfuerzo en el puente de la viga de acero, se evaluó la falla de la fatiga para estimar la vida residual.

R.11 Diseño Detallado para los 10 Puentes seleccionados

Método de la rehabilitación, el reforzamiento para los 10 Puentes se resume a continuación.

Tabla 11.1 Superestructura ("O": Método Aplicable)

| Miembro | Método | R1 | | | R2 | | | R4 | | R32 | | R216 |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|------|
| | | 2 | 3 | 7 | 12 | 16 | 17 | 19 | 20 | 26 | 29 | |
| | | ST | ST | RI | SI | RI | RI | PB | SI | PB | SI | PI |
| Losa | Incremento del grosor de la losa (lado superior) | | | | | | | | | | | |
| | Adherencia FRP | | | | | | | | | | | |
| | Reemplazo: Losa de PC | | | | | | | | | | | |
| Marco de la Cubierta Viga Principal: Acero | Replacement: frames | | | N/A | | N/A | N/A | N/A | | N/A | | N/A |
| | Incremento del espesor de la placa de acero | | | N/A | | N/A | N/A | N/A | | N/A | | N/A |
| | Miembros Adicionales | | | N/A | | N/A | N/A | N/A | | N/A | | N/A |
| | Reemplazo: Placa de acero | | | N/A | | N/A | N/A | N/A | | N/A | | N/A |
| | Cable de Acero | | | N/A | | N/A | N/A | N/A | | N/A | | N/A |
| Viga Principal: CR, PC | Incremento del peralte de la viga | N/A | N/A | | N/A | | | N/A | | N/A | | |
| | Adherencia FRP | N/A | N/A | | N/A | | | N/A | | N/A | | |
| | Adherencia de la placa de acero | N/A | N/A | | N/A | | | N/A | | N/A | | |
| Accesorios | Reemplazo de la Junta de Expansión | | | | | | | | | | | |
| | Reparación Apoyo | | | | | | | | | | | |
| | Reemplazo: baranda | | | | | | | | | | | |
| Pavimento | Pavimento Asfáltico | | | | | | | | | | | |
| | Impermeabilización | | | | | | | | | | | |

Tabla 11.2 Subestructura ("O": Método Aplicable)

| Miembro | Metodo | R1 | | | R2 | | R4 | | R32 | | R216 | |
|---------------|---|-----|-----|-----|-------|----|----|-----|-----|-----|------|-----|
| | | 2 | 3 | 7 | 12 | 16 | 17 | 19 | 20 | 26 | 29 | |
| | | ST | ST | RI | SI,RI | RI | PB | SI | PB | SI | PI | |
| Subestructura | Incremento de la sección de la viga | | | | | | | | | | | |
| | Cubierta de concreto | | | | | | | | | | | |
| | Protección del concreto | | | | | | | | | | | |
| Fundación | Agrandar fundación | | | | | | | | | | | |
| | Pilas adicionales | N/A | N/A | N/A | N/A | | | N/A | | N/A | | N/A |
| Anti-caída | Ensanche el asiento del Puente, Sistema de limitación de desplazamiento | | | | | | | | | | | |
| | Sistema de Conexión (cadenas) | | | | | | | | | | | |
| Protecciones | Protección del Talud (Mampostería) | | | | | | | | | | | |

| Miembro | Metodo | R1 | | | R2 | | R4 | | R32 | | R216 |
|---------|---------------------------------------|----|----|----|-------|----|----|----|-----|----|------|
| | | 2 | 3 | 7 | 12 | 16 | 17 | 19 | 20 | 26 | 29 |
| | | ST | ST | RI | SI,RI | RI | PB | SI | PB | SI | PI |
| | Protección del lecho del Río (Gavión) | | | | | | | | | | |

R.12 Planificación de la Construcción Preliminar y Estimado de Costo

La ejecución del trabajo para el Proyecto sin cerrar completamente el tráfico es crucial considerando los aspectos socio-económicos, ya que estos puentes están ubicados en las carreteras más importantes de tránsito de camiones pesados en Costa Rica. Se deberá tener un plan para que los trabajos de construcción se ejecuten básicamente en un solo carril del puente para asegurar el tráfico de una vía en el otro lado en todo tiempo. Consecuentemente, el periodo de construcción estimado varía de 60 a 190 días.

El costo estimado para el proyecto es de 360,000 a 3,270,000 Dólares (42,088,000 a 382,300,000 Yenes Japoneses) incluyendo la contingencia que equivale a un 5% del costo directo total.

R.13 Análisis Económico

El objetivo del análisis económico incluye: 1) consideración del método de análisis económico apropiado para la rehabilitación y reforzamiento de puentes, 2) aplicación este análisis en los 10 puentes seleccionados, y 3) sistematización de este método para extenderlo a otros puentes.

Con base en el “realizar” y “sin realizar” para la rehabilitación y reforzamiento de puentes, se examinan el costo del proyecto y los beneficios. Los beneficios del proyecto se evalúan como una reducción de costos, estos costos son los que aparecen en el “sin realizar”.

Los costos del proyecto, que están descritos en el Capítulo 12, se convirtieron en el costo económico a ser empleado. Los costos de operación y mantenimiento se calculan al tomar en consideración los costos para la inspección periódica y detallada, el reemplazo del pavimento y el reforzamiento de los miembros de acuerdo con el tipo de puente y el material, etc. Los costos sociales se calcularon con base en el “Costo del Desvío” y el “Costo de Espera” debido a la clausura y restricción del tráfico. El costo de desvío aumenta cuando se da la restricción de tráfico para una dirección durante los trabajos de construcción.

El “Escenario Futuro”, el cual es la base para el análisis, se determina para cada Puente bajo el criterio ingenieril con base en los resultados de las inspecciones y la edad del puente.

Los resultados del análisis muestran que hay 8 puentes que tienen un EIRR el cual excede al 20% y el puente donde se da el NPV más alto (taza de descuento =12%) es el Puente Chirripó (No.26) en la Ruta 32, lo que significa que la rehabilitación y el reforzamiento es bastante efectivo.

R.14 Sistema de Administración Estructural de Puentes (SAEP)

El Equipo de Estudio investigo la condición de los sistemas de información existente para carreteras y puentes para así poder comprender los problemas actuales, antes de la formulación del sistema de administración de puentes.

El Sistema de Administración Estructural de Puentes (SAEP) se estableció como una herramienta de apoyo para tener criterio técnico al implementar las inspecciones, la evaluación, y el análisis y mantenimiento de los componentes estructurales del puente. Las funciones del sistema son las siguientes;

- Función para el registro y la renovación de datos.
- Función para la administración de datos tales como la evaluación de la eficiencia.
- Función para la recuperación de datos incluyendo el inventario de puentes y datos de la inspección de puentes y ventana para la ubicación del puente.
- Función para la salida del inventario de puentes

El Sistema Administra todos los datos relevantes unificados en un solo servidor.

R.15 Herramientas para la Administración del Mantenimiento de Puentes

Se elaboraron como herramientas de apoyo para la Administración de Puentes, 1) Manual de Inspección, 2) Manual de Operación para el Sistema de Administración de Puentes 3) El Lineamiento para la Administración de Puentes.

El manual de inspección se prepara principalmente para los inspectores e ingenieros de puentes, quienes comprenden como implementar el estudio del inventario, los procedimientos de la inspección rutinaria y los métodos para evaluar el deterioro de los puentes. El manual de operaciones se prepara principalmente para el administrador del sistema y los ingenieros de puentes, quienes instruyen los métodos de operación y mantienen el Sistema de Administración Estructural de Puentes. El lineamiento se prepara principalmente para los ingenieros de puentes quienes se encargan de las actividades de mantenimiento de puentes e instruyen el concepto de mantenimiento de puentes, la causa del deterioro del puente, el método de la inspección detallada, el método de la prueba de carga y el método de reparación de puentes.

R.16 Apoyo Técnico para la Examen Ambiental

Durante este estudio, se realizó la investigación de campo en los 10 puentes seleccionados mientras se conducía la recolección de información tal como la revisión de reportajes y entrevistas con agencias u organizaciones ambientales competentes tal como SETENA. Con base en esta información ambiental recopilada, se condujo el EAI del proyecto propuesto. Del EAI se pudo llegar a la conclusión de que no se reconoce un impacto ambiental potencial significativo ya que el proyecto propuesto es un proyecto orientado a la rehabilitación/mantenimiento. Sin embargo, no se puede obviar el impacto ambiental potencial de los factores ambientales tales como la degradación de la calidad del agua temporal, embotellamientos, sonido/vibración, el tratamiento de los desechos de construcción,

la colocación de la construcción, enfermedades infecciosas tales como el dengue y malaria que podrían afectar a los trabajadores de la construcción durante el periodo de esta. Varios lugares donde se encuentran los puentes podrían estar ubicados en áreas cercanas de sitios importantes ecológica y o cultural o dentro de un parque nacional. Además, es posible que varios ocupantes ilegales estén ubicados en dos sitios de puentes.

Ya que se requieren de licencias ambientales para implementar los planes de rehabilitación de puentes propuestos, se discutió las licencias ambientales tanto las de la Ley de Costa Rica de Análisis de Impacto Ambiental como las de los lineamientos de JICA con base en los impactos negativos a ser asociados con el plan de rehabilitación. Las direcciones y los conceptos claves para el desarrollo de los Términos de Referencia de los estudios ambientales al mismo tiempo que el programa de administración ambiental.

Se puede decir que todos los 10 planes de rehabilitación seleccionados se ubican dentro de la “Categoría B1” según la Ley Costarricense AIA y según el Lineamiento de JICA en la “Categoría B2”.

Durante el estudio, las reuniones de involucrados se dieron 4 veces para discutir la información relevante al público, y las preguntas y respuestas que se daban fueron reportadas en la página de internet del MOPT.

R.17 Conclusión y Recomendaciones

A través del “Estudio de Desarrollo de Capacidad en la Planificación de la Rehabilitación, Mantenimiento y Administración de Puentes basado en 29 Puentes de la Red Vial Nacional” se ha comenzado y expandido de manera eficaz el fortalecimiento de la capacidad del mantenimiento de puentes en Costa Rica. Junto con el examen técnico para la rehabilitación de los 29 puentes que incluyen el diseño para los trabajos de reparación de los 10 puentes seleccionados, los cuales representan las características estructurales en su totalidad, al igual que las actividades de defensa múltiple para la Administración de Bienes, la comprensión y entendimiento del concepto de Desarrollo de Capacidad ha sido premiado extensamente con los resultados positivos y eficacia.

A continuación se resume las recomendaciones del estudio.

- 1) Implementar un Programa de Mantenimiento de Puentes comprensivo a través de la formulación de la Estructura de Desglose del Trabajo y el Plan de Operaciones para los 5 Proyectos Modulares Integrados, los cuales deberán finalizar en el año fiscal 2007 y comenzar a partir del año fiscal 2008 hasta los siguientes 5 años.
- 2) Una operación continua sin problemas del GCMP y de los 5 Grupos de Trabajo en las siguientes tareas:
 - Mejora de la Capacidad Individual de los oficiales del MOPT & CONAVI
 - Fortalecimiento de una nueva estrategia para el Departamento de Puentes del MOPT y crear el Departamento de Conservación de Puentes propuesto para CONAVI.
 - Desarrollo de Recursos Humanos a largo plazo e intercambio de información técnica.

- Mejora de Regulaciones y Estándares
 - Promoción de la Defensa de los Oficiales del Gobierno y Relaciones Públicas
- 3) Monitoreo Continuo y Evaluación de los Resultados del proceso del Desarrollo de Capacidad.

**EL ESTUDIO SOBRE EL DESARROLLO DE CAPACIDAD EN LA
PLANIFICACIÓN DE REHABILITACIÓN, MANTENIMIENTO
Y ADMINISTRACIÓN DE PUENTES BASADO EN 29 PUENTES
DE LA RED DE CARRETERAS NACIONALES EN COSTA RICA**

INFORME FINAL

Tabla de Contenidos

1 DE 2: RESUMEN

Mapa de Ubicación del Proyecto
Resumen del Proyecto
Resumen del Estudio
Tabla de Contenidos
Lista de Tablas
Lista de Figuras
Abreviaciones

| | | |
|------------|--|----|
| CAPÍTULO 1 | Resumen del Estudio | 1 |
| 1.1 | Antecedentes del Estudio | 1 |
| 1.2 | Objetivos del Estudio | 2 |
| 1.3 | Componentes y Procesos del Estudio | 3 |
| CAPÍTULO 2 | Situación Existente en Costa Rica | 7 |
| 2.1 | Condición Natural | 7 |
| 2.2 | La Condición Socio-Económica | 7 |
| 2.3 | Condición y Configuración de la Red Vial | 8 |
| 2.4 | Mantenimiento de Vías | 9 |
| CAPÍTULO 3 | Condiciones Existentes de los Puentes y el Estatus del Mantenimiento de Puentes | 10 |
| 3.1 | Lineamiento de Puentes en Costa Rica | 10 |
| 3.2 | Estándares de Diseño de Puentes | 11 |
| 3.3 | Mantenimiento de Puentes | 11 |
| CAPÍTULO 4 | Evaluación de la Diferencia de Capacidad | 12 |
| 4.1 | Nivel Individual | 13 |
| 4.2 | Nivel Organizacional | 13 |
| 4.3 | Nivel Institucional y Social | 14 |
| CAPÍTULO 5 | Políticas Básicas para el Desarrollo de Capacidad | 16 |

| | | |
|-------------|---|----|
| CAPÍTULO 6 | Implementación del Desarrollo de Capacidad para la Comprensión del Programa de Mantenimiento de Puentes | 19 |
| CAPÍTULO 7 | Desarrollo de Recursos Humanos | 24 |
| 7.1 | Concepto Básico y Plan de Implementación para el Desarrollo de Recursos Humanos | 24 |
| 7.2 | Actividades Implementadas para el Desarrollo de Recursos Humanos .. | 25 |
| CAPÍTULO 8 | Condición Existente e Inspección del Sitio de los Puentes del Estudio | 29 |
| 8.1 | Condiciones Existentes de los 29 Puentes | 29 |
| 8.2 | Método de las Inspecciones | 30 |
| 8.3 | Resultados de las Inspecciones | 30 |
| CAPÍTULO 9 | Selección de los 10 Puentes para la Rehabilitación y Reforzamiento | 32 |
| 9.1 | Método de Evaluación del Daño | 32 |
| 9.2 | Selección de Diez Puentes para el Estudio Detallado | 33 |
| CAPÍTULO 10 | Plan para la Rehabilitación, Reforzamiento y mejora de los 10 Puentes Seleccionados | 34 |
| 10.1 | Lineamiento del Plan de Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora | 34 |
| 10.2 | Clasificación y Causas Predominantes de la Deficiencia y el Deterioro .. | 34 |
| 10.3 | Inspección Detallada | 37 |
| 10.4 | Análisis Estructural | 39 |
| 10.5 | Prueba de Carga de Puentes | 41 |
| 10.6 | Estudio de Condiciones Naturales | 43 |
| 10.7 | Políticas Básicas para la Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes | 43 |
| CAPÍTULO 11 | Diseño para la Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes Seleccionados | 45 |
| 11.1 | Análisis del Método para la Rehabilitación, Reforzamiento y Mejor | 45 |
| 11.2 | Diseño para la Rehabilitación, el Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes Seleccionados | 52 |
| CAPÍTULO 12 | Planificación de la Construcción y Estimado del Costo Prelimina | 64 |
| 12.1 | Planificación de la Construcción | 64 |
| 12.2 | Estimado del Costo | 64 |
| CAPÍTULO 13 | Análisis Económico | 65 |
| 13.1 | El Concepto de Análisis Económico para la Rehabilitación y el reforzamiento de Puentes | 65 |
| 13.2 | Costos y Beneficios Sociales | 66 |
| 13.3 | Ubicación del Escenario | 67 |
| 13.4 | Resultados de los Costos y Beneficios Sociales en cada Puente | 68 |
| 13.5 | Costo del Trabajo para cada Puente | 68 |

| | |
|--|----|
| 13.6 Evaluación Económica | 69 |
| CAPÍTULO 14 Sistema de Administración de Puentes | 72 |
| 14.1 Sistema de Información Existente para carreteras y Puentes y sus Problemas | 72 |
| 14.2 Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) | 75 |
| CAPÍTULO 15 Herramientas para la Administración de Puentes | 80 |
| CAPÍTULO 16 Apoyo Técnico para las Consideraciones Ambientales y Sociales | 81 |
| 16.1 Examen Ambiental Inicial (EAI) | 81 |
| 16.2 Apoyo Técnico para el Desarrollo de Términos de Referencia del Estudio Ambiental | 81 |
| 16.3 Reunión de Involucrados | 82 |
| CAPÍTULO 17 Conclusiones y Recomendaciones | 83 |
| 17.1 Conclusiones | 83 |
| 17.2 Recomendaciones | 84 |

2 de 2: TEXTO PRINCIPAL

APENDICES

| | |
|--|-------|
| APÉNDICE 1 PLANOS | A1-1 |
| APÉNDICE 2 ESTÁNDARES AMBIENTALES (RUIDO/VIBRACIÓN) IMPLEMENTADOS EN OTROS PAÍSES | A2-1 |
| APÉNDICE 3 PLANEAMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y ESTIMACIÓN DE COSTOS | A3-1 |
| 3.1 PROGRAMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN | A3-1 |
| 3.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA PROYECTOS | A3-9 |
| APÉNDICE 4 ANÁLISIS ECONÓMICO | A4-1 |
| 4.1 RESULTADOS ESTIMADOS DEL VOLUMEN DE TRÁFICO | A4-1 |
| 4.2 PARAMETRO DEL COV | A4-3 |
| 4.3 RUTAS DEL DESVÍO Y UBICACIÓN DE PUENTES | A4-4 |
| 4.4 ESCENARIO PARA 10 PUENTES SELECCIONADOS | A4-14 |
| 4.5 COSTOS DEL TRABAJO PARA 10 PUENTES SELECCIONADOS | A4-24 |

4.6 RRIE & VNA SOBRE 12%
PARA 10 PUENTES SELECCIONADOS A4-25

LISTA DE TABLAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabla 3.1. | Cantidades por Tipo del Puente y por Clasificación de Carretera | 10 |
| Tabla 5.1. | Aproximaciones Básicas Alternativas para Mantenimiento de Puentes | 16 |
| Tabla 6.1. | Lista de 5 Proyectos Modulares Integrados | 19 |
| Tabla 6.2. | Lista de 5 Proyectos Modulares Integrados | 20 |
| Tabla 8.1. | Características Generales de los Puentes de Estudio | 29 |
| Tabla 9.1. | 10 Puentes Seleccionados | 33 |
| Tabla 10.1. | Clasificación del Deterioro | 34 |
| Tabla 10.2. | Causas, Mecanismo y Fenómeno del Deterioro | 36 |
| Tabla 10.3. | Inspección Detallada | 37 |
| Tabla 10.4. | Los Resultados de la Inspección Visual para los 10 Puentes | 37 |
| Tabla 10.5. | Los Resultados de la Inspección Detallada con Métodos Físicos, Químicos, Eléctricos y Ultrasonicos | 39 |
| Tabla 10.6. | Resultados del Análisis Estructural | 40 |
| Tabla 10.7. | Resumen de la Prueba de Carga de Puentes | 41 |
| Tabla 10.8. | Tiempo Estimado de Ocurrencia de la Falla de Fatiga | 43 |
| Tabla 10.9. | Política Básica del Plan de Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes Seleccionados | 44 |
| Tabla 11.1. | Aplicación del Método de Reforzamiento para la losa para cada tipo de Puente | 45 |
| Tabla 11.2. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para la losa y el sistema de apoyo de la losa en los puentes de cercha de acero | 46 |
| Tabla 11.3. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para la losa Del Puente de viga tipo I de acero | 46 |
| Tabla 11.4. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para la losa del Puente de Viga Tipo I de concreto reforzado | 47 |
| Tabla 11.5. | Aplicación de los Métodos de Refuerzo para la Viga Principal en cada tipo de Puente | 47 |
| Tabla 11.6. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para el Marco Principal del Puente de Cercha de acero | 47 |
| Tabla 11.7. | Resultado de la Selección del Método de Reforzamiento para la Viga Principal del Puente de Viga tipo I de acero | 48 |
| Tabla 11.8. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para la Viga Principal del Puente de Viga tipo I de concreto reforzado | 48 |
| Tabla 11.9. | Resultados de la Selección del Método de Reforzamiento para la Viga Principal del Puente de Viga tipo I de PC | 49 |
| Tabla 11.10. | Resultados de Selección del Método de Refuerzo para la Viga o | |

| | | |
|--------------|--|----|
| | la pila | 50 |
| Tabla 11.11. | Resultados de la Selección del Método de Refuerzo para la columna de la viga y pared | 50 |
| Tabla 11.12. | Resultados de la Selección del Método de Refuerzo para la Fundación de Pila del Puente No. 16 sobre el Río Nuevo | 51 |
| Tabla 11.13. | Sistema de Prevención Seleccionado para el Colapso de Puentes | 52 |
| Tabla 11.14. | Resumen de los Métodos de Rehabilitación, Reforzamiento Y Mejora par alas Superestructuras de los 10 Puentes Seleccionados | 53 |
| Tabla 11.15. | Resumen del Método de Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora para las Subestructuras de los 10 Puentes seleccionados | 53 |
| Tabla 11.16. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.2 sobre el Río Aranjuez | 54 |
| Tabla 11.17 | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.3 sobre el Río Abangares | 55 |
| Tabla 11.18 | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.7 sobre el Río Azufrado | 56 |
| Tabla 11.19. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.12 sobre el Río Puerto Nuevo | 57 |
| Tabla 11.20. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.16 sobre el Río Nuevo | 58 |
| Tabla 11.21. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.17 sobre el Río Chirripó | 59 |
| Tabla 11.22. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.19 sobre el Río Sarapiquí | 60 |
| Tabla 11.23. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.20 sobre el Río Sucio | 61 |
| Tabla 11.24. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.26 sobre el Río Chirripó | 62 |
| Tabla 11.25. | Resumen del Diseño de Reparación y Reforzamiento para el Puente No.29 sobre el Río Torres | 63 |
| Tabla 12.1. | Periodo de Construcción & costo del proyecto para 10 Puentes | 64 |
| Tabla 13.1. | Conceptos Básicos de Costos y Beneficios | 65 |
| Tabla 13.2. | Escenario para el Puente sobre el Río Chirripó (No.26) | 70 |
| Tabla 13.3. | Resultado del Análisis de Sensibilidad para el Puente sobre el Río Chirripó (No.26) | 70 |
| Tabla 13.4. | Tabla de Costos/Beneficios para el Puente Chirripó (No.26) | 71 |
| Tabla 14.1. | Información Administrada para cada Organización/Sección | 72 |
| Tabla 14.2. | Entorno de Red | 72 |
| Tabla 14.3. | Sistema Existente de Administración de Carreteras | 72 |
| Tabla 16.1. | Horario de Reuniones de Involucrados | 82 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 1.1. | Ubicación de los Puentes de Estudio (29 puentes) | 2 |
| Figura 1.2. | Objetivos y Componentes del Estudio | 3 |
| Figura 1.3. | Componentes y Proceso Esquemático del Estudio | 4 |
| Figura 6.1. | Estructura Organizacional propuesta de la Dirección de Puentes del MOPT | 21 |
| Figura 6.2. | Estructura Organizacional propuesta del nuevo Dep. de Puentes Construcción de CONAVI | 22 |
| Figura 9.1. | Resultados de la Evaluación de la Deficiencia de Puentes | 32 |
| Figura 9.2. | Ubicación de 10 Puentes | 33 |
| Figura 10.1. | Colocación del Strain Gage en la conexión del apoyo | 41 |
| Figura 10.2. | Volumen de Tráfico en el Día de la Prueba | 42 |
| Figura 10.3. | Interrelación entre la ocurrencia de la Falla por Fatiga y el Volumen de Tráfico Acumulado | 42 |
| Figura 13.1. | Imagen de la Apariencia de los Costos y Beneficios | 66 |
| Figura 13.2. | Pérdida Social del Cierre del Tráfico por un día en los 10 Puentes | 67 |
| Figura 13.3. | Tipos Considerables de Escenario | 68 |
| Figura 13.4. | Resultados de los Beneficios Sociales Netos | 68 |
| Figura 13.5. | Resultados del EIRR | 69 |
| Figura 13.6. | Resultados del VPN, Rango de Beneficio para la Rehabilitación y Reforzamiento | 69 |
| Figura 14.1. | Sistema Existente para la Administración/Mantenimiento de Puentes y Carreteras | 73 |
| Figura 14.2. | Concepto del SAEP | 75 |
| Figura 14.3. | Componentes del Hardware del Sistema | 76 |
| Figura 14.4. | Movimiento de la Pantalla | 77 |

ABREVIACIONES

| | |
|---------|--|
| AASHTO: | Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transporte (American Association of State Highway and Transportation Officials) |
| AF: | Año Financiero |
| AHP: | Análisis de Jerarquías de Prioridades (Analysis of Hierarchy of Prioritization) |
| ASTM: | Estándares Americanos de Pruebas y Materiales (American Standard for Testing and Materials) |
| BCIE: | Banco Centroamericano de Integración Económica |
| BID: | Banco Interamericano de Desarrollo |
| CABEI: | Banco Centroamericano de Integración Económica (Central America Bank of Economic Integration) |
| CAD: | Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design) |
| CAFTA: | Tratado de Libre Comercio de Centro América (Central America Free Trade Agreement) |
| CC: | Capacidad de Construcción |
| CED: | Capacidad de Evaluación de Diferencia |
| CFIA: | Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos |
| CIC: | Colegio de Ingenieros Civiles |
| CIDA: | Agencia de Desarrollo Internacional Canadiense (Canadian International Development Agency) |
| CNC: | Consejo Nacional de Concesiones |
| CONAVI: | Consejo Nacional de Vialidad |
| COV: | Costo de Operación de Vehículos |
| CRC: | Colones de Costa Rica |
| CTV: | Costo de Tiempo de Viaje |
| C/P: | Contraparte |
| DC: | Desarrollo de Capacidad |
| DV: | Derecho de Via |
| EDC: | Estructura de Desglose de Costo |
| EDP: | Estructura de Desglose de Presupuesto |
| EDC: | Evaluación de Diferencia de Capacidad |
| EET: | Entrenamiento En Trabajo |
| E/F: | Estudio de Factibilidad |
| EIA: | Evaluación de Impacto Ambiental |
| FCE: | Factor de Conversión Estándar |
| FED: | Factor Espectral Dinámico |
| FOB: | Libre al Abordar (Free on Board) |
| FRP: | Fibra de Refuerzo Plástico |
| FTAA: | Tratado de Libre Comercio de America (Free Trade American Agreement) |
| FTSC: | Factor de la Taza Salarial Cubierta |
| GART: | Gran Área de Red de Trabajo |
| GCAP: | Grupo Consultor de Administración de Puentes |
| GCR: | Gobierno de Costa Rica |
| GJ: | Gobierno de Japón |

| | |
|-----------|--|
| GPS: | Sistema de Posicionamiento Global |
| GTZ: | La Agencia Alemana para Cooperación Técnica (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) |
| ICE: | Instituto Costarricense de Electricidad |
| HDM-III: | Diseño de Autopistas y Modelo Estándar de Mantenimiento versión III (Highway Design and Maintenance Standard Model version III) |
| JBIC: | Banco Japonés de Cooperación Internacional (Japan Bank for International Cooperation) |
| JICA: | Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (Japan International Cooperation Agency) |
| JPY: | Yenes Japoneses |
| KfW: | Kreditanstalt für Wiederaufbau |
| LANAMME: | Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales |
| MAR: | Matriz de Asignación de Responsabilidades |
| MDP: | Matriz de Diseño de Proyecto |
| ME: | Ministerio de Economía |
| MIDEPLAN: | Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica |
| MINAE: | Ministerio del Ambiente y Energía |
| M/R: | Minutas de Reunión |
| MS: | Ministerio de Salud |
| MOPT: | Ministerio de Obras Públicas y Transportes |
| MOPTT: | Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones (Chile) |
| NAM: | Nivel de Agua Máximo |
| NAMin: | Nivel de Agua Mínimo |
| O y M: | Operación y Mantenimiento |
| OD: | Origen y Destino |
| PC: | Concreto Pretensado |
| PIB: | Producto Interno Bruto |
| PO: | Plan de Operaciones |
| PPP: | Plan Puebla Panamá |
| RC: | Concreto Reforzado |
| RICAM: | Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas |
| RREI: | Rango de Retorno de Economía Interna |
| SAP: | Sistema de Administración de Puentes |
| SETENA: | Secretaría Técnica del Ambiente |
| SF: | Estudio de Factibilidad |
| SICA: | Sistema de la Integración Centroamericana |
| SIECA: | Secretaría de Integración Económica Centroamericana |
| SIG: | Sistema de Información Geográfica |
| SIGVI: | Sistema Integrado de Gestión Vial |
| SINA: | Ministry of Environment and National System of Environmental Organizations |
| SINAC : | Sistema Nacional de Áreas de Conservación |
| SOP: | Secretaría de Obras Públicas (Méjico) |
| SPEM: | Sistema de Programación y Ejecución del Mantenimiento Vial |
| T/C: | Trabajo de Campo |
| TEA: | Trabajo en Estructuras Averiadadas |
| TR: | Términos de Referencia |

TPD: Tránsito Promedio Diario

UNDP: Programa de Desarrollo de Las Naciones Unidas
(United Nations Development Program)

USD: Dolares de Estados Unidos

VNA: Valor Neto Actual

Colones de Costa Rica (¢): Unidad Moneda de Costa Rica: \$US 1 aproximadamente ¢ 516 a Agosto del 2006.

Capítulo.1 Resumen del Estudio

1.1 Antecedente del Estudio

Costa Rica con un área de aproximadamente 51,100 km², limita al Norte con Nicaragua, al Sur con Panamá, al este con el Mar Caribe y al oeste con el Océano Pacífico.

Costa Rica es uno de los países miembros en el “Sistema de Integración Centroamericana (SICA)” y se espera que juegue un papel importante en el desarrollo e integración de la economía en la región. Para extender la integración económica, la mejora de la infraestructura en el sector del transporte es un factor esencial de apoyo. En particular, la mejora de la red vial es uno de los temas prioritarios en el Plan Puebla Panamá, para garantizar el transporte terrestre que es el más ventajoso en Centro América en términos de efectividad de costo en comparación con otros medios de transporte tales como el aéreo o marítimo que serán consecuentemente promovidos.

Se establece claramente en el Plan de Desarrollo Nacional (2002-2006) de Costa Rica que “la aceleración del crecimiento económico” es un componente integral del plan y que la construcción y rehabilitación de puentes en las carreteras donde se transportan los camiones son factores clave a ser prioritarios de manera estratégica en la construcción y la conservación de la red vial.

La Red Vial en Costa Rica con una longitud total de más de 37,300 km incluye los corredores internacionales de tránsito de camiones, que une geográficamente a Centro América a través del país. La mayoría de los 1,330 puentes en las carreteras nacionales (7,775 km) sufren de deterioros severos debido al material que ha envejecido. Los trabajos de mantenimiento insuficiente e inadecuado han acelerado estos daños y han permitido el declive del rendimiento del puente. La capacidad de carga que requiere el código regional del PPP para las carreteras internacionales de camiones no son satisfactoriamente seguras para sostener la capacidad requerida para el transporte terrestre como una ruta comercial principal. Además debido al hecho de que los países están ubicados geológicamente en el cinturón volcánico, se vuelve un factor crítico tomar la consideración de la prevención de desastres para el mantenimiento de puentes en Costa Rica para prevenir a las estructura de desastres naturales tales como erupciones y terremotos. De acuerdo a lo anterior, se requiere de manera completa que se den programas de asistencia para mejorar las capacidades en la administración de puentes que comprenden la inspección, el diagnóstico del deterioro en los puentes existentes al mismo tiempo que la planificación del reforzamiento y la rehabilitación de puentes.

Debido a lo anterior, el Gobierno de Costa Rica solicitó al Gobierno de Japón ejecutar un estudio de factibilidad para la implementación del sistema de administración de puentes y seleccionar 30 puentes como parte del Estudio de Factibilidad. En respuesta a la anterior solicitud se decidió conducir “El Estudio sobre Desarrollo de Capacidad en la Planificación, Mantenimiento y Administración de la Rehabilitación de Puentes”

1.2 Objetivos del Estudio

El estudio se condujo en los 29 Puentes objetivo en la red de carreteras de camiones, las que comprenden del Puente No.1 al No. 8 en la Ruta 1 de la Carretera Nacional, del Puente No.9 al No. 16 en la Ruta 2 de la Carretera Nacional, del Puente No.17 al No. 19 en la Ruta 4 de la Carretera Nacional, del Puente No.21 al No. 28 en la Ruta 32 de la Carretera Nacional y el Puente No.29 en la Ruta 218 de la Carretera Nacional y se debe de enfocar en la asistencia para el desarrollo de capacidad para el reforzamiento y la rehabilitación además de la administración de puentes. Los objetivos principales del estudio de establecen a continuación:

- (1) Apoyar la implementación del programa de desarrollo de capacidad para el Sistema de Administración de Puentes a nivel individual, organizacional y social/institucional.
- (2) Conducir el diagnóstico de puentes y evaluar su condición actual.
- (3) Formular el Plan de rehabilitación/reforzamiento/mejora en los 10 puentes prioritarios.
- (4) Elaborar los planes de diseño de la rehabilitación/reforzamiento/mejora en los 10 puentes prioritarios.
- (5) Conducir la planificación y el análisis económico el estimado de costo/construcción preliminar.
- (6) Establecer el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) como herramienta práctica para implementar el mantenimiento de puentes.
- (7) Elaborar los Manuales y Lineamientos estándares en la inspección de puentes y en la rehabilitación/reforzamiento/mejora y mantenimiento de los puentes.
- (8) Apoyar la información ambiental relevante de acuerdo al Lineamiento de JICA para las consideraciones ambientales y sociales, que serán necesarias de efectuar antes de la implementación de la rehabilitación/reforzamiento/mejora.

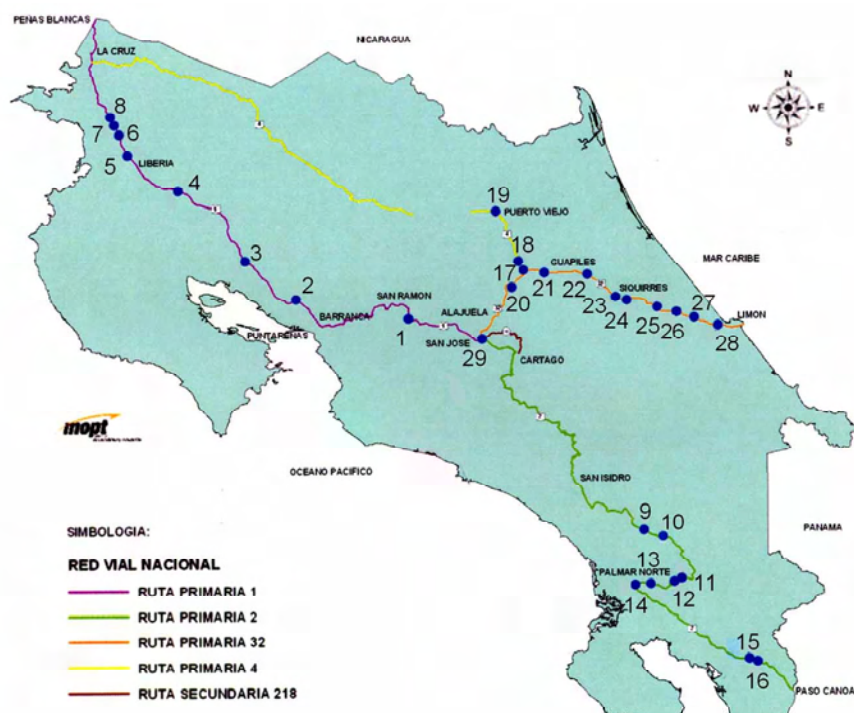


Figura 1.1. Ubicación de los Puentes de Estudio (29 puentes)

1.3 Componentes y Procesos del Estudio

La Figura 1.2 indica los componentes comprensivos del estudio para tomar los objetivos mencionados anteriormente. La Dirección de Planificación y el Departamento de Puentes del Ministerio de Obras Públicas (MOPT) y la dirección de planificación del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) funcionan como las contrapartes del Estudio.

El Desarrollo de Capacidad para Costa Rica (mencionado como el “DC”) se deberá enfocar en la mejora de capacidad en los niveles “organizacional”, “individual”, e “institucional/social”. Además, el estudio se enfoca la asistencia en el establecimiento del Departamento de Conservación de puentes en CONAVI.

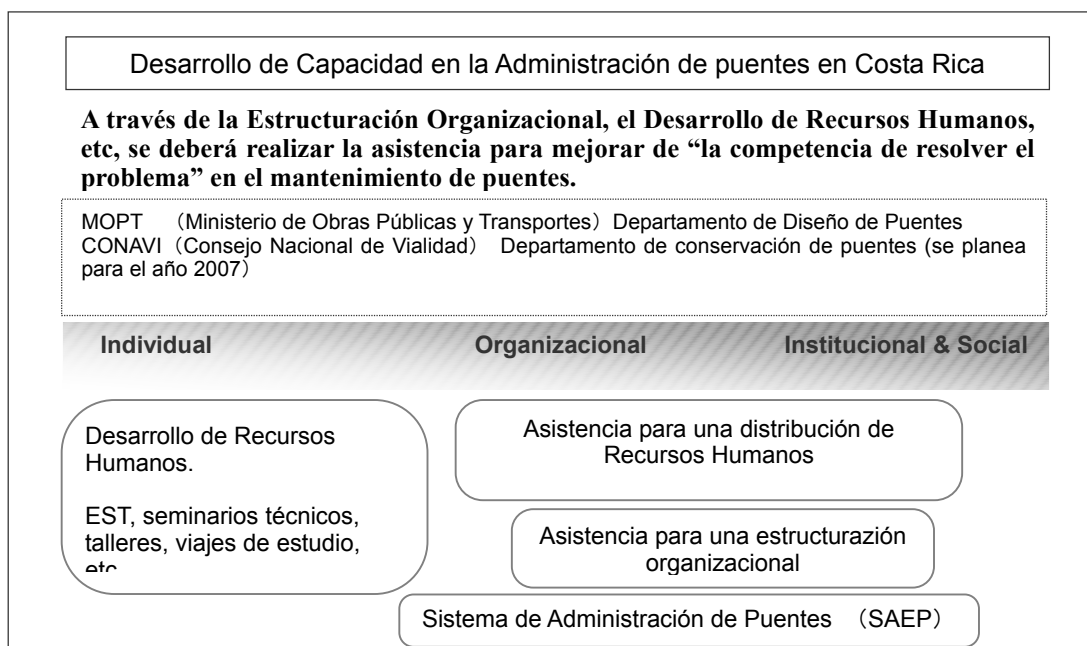


Figura 1.2. Objetivos y Componentes del Estudio

La Figura 1.3 indica un proceso esquemático del estudio. La fila superior de las indicaciones se refiere a los componentes técnicos del Estudio y la fila inferior comprende el Desarrollo de Capacidad (DC).

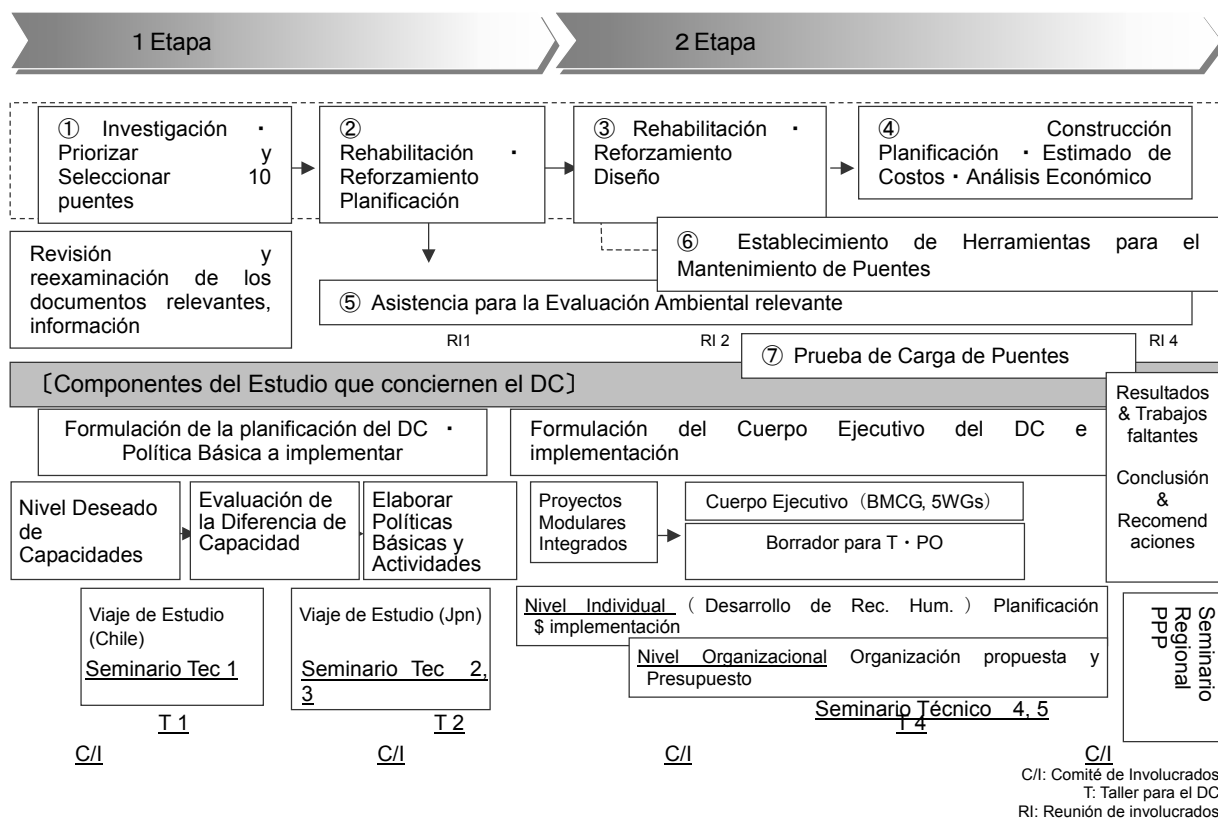


Figura 1.3. Componentes y Proceso Esquemático del Estudio

A continuación se mencionan los componentes técnicos y su programa de trabajo:

- 1) Investigación del estado presente de los 29 puentes, diagnóstico del deterioro presente, priorización y selección de los 10 puentes prioritarios.
- 2) Formulación del plan de rehabilitación/reforzamiento/mejora en los 10 puentes seleccionados.
- 3) Elaboración del diseño y planos y estudio de calidad de la rehabilitación/reforzamiento/mejora de los 10 puentes seleccionados.
- 4) Formulación la planificación, estimado de costo, análisis económico preliminar de los 10 puentes seleccionados.
- 5) Asistencia de la información relevante con base en lo que se la descripción anterior del plan de rehabilitación/reforzamiento/mejora y la planificación de la construcción en los 10 puentes seleccionados.

Además, se deberá de realizar:

- 6) ESTablecer las herramientas del mantenimiento de Puentes (por ejemplo: Sistema de Administración de Estructuras de Puentes-SAEP-, Manual de Inspección, manual de operación del SAEP, Lineamiento para el mantenimiento de puentes)
- 7) Implementación de la Prueba de carga de puentes:

A continuación se resumen los Componentes administrativos acerca del DC:

- 1) Evaluación de la diferencia de capacidad

- Establecer el estado futuro deseable de las capacidades a nivel “organizacional”, “individual”, e “institucional/social”.
- La evaluación de la diferencia de capacidad hace una diferencia entre los estados actuales y los estados deseados.
- El análisis del problema-objetivo a niveles “organizacional”, “individual”, e “institucional/social” a través de la Administración del Ciclo del Proyecto.

2) Formulación de la Política Básica para el Desarrollo de Capacidad

- Con base en los resultados del análisis del problema, se identificaron un total de 13 proyectos modulares, que comprenden 4 proyectos a nivel individual, 3 proyectos a nivel organizacional y 6 proyectos a nivel institucional-social.
- Se proponen 10 políticas básicas para una administración de puentes comprensiva. Como la política lo establece es esencial que se reconozca el compromiso político para asegurar la asignación balanceada para el presupuesto que permite que el “mantenimiento de puentes en una base ad-hoc” se convierta en un “mantenimiento preventivo”.

3) Implementación del Desarrollo de Capacidad

- 13 proyectos modulares prototipo identificados se integraron en 5 proyectos modulares a gran escala, tomando en consideración las tareas dispuestas a nivel “organizacional”, “individual”, e “institucional/social”.
- Como un cuerpo ejecutivo principal para la implementación de 5 proyectos modulares a gran escala, el “Grupo Consultivo de Mantenimiento de Puentes”, el cual consiste en representantes de varias organizaciones tales como MOPT, CONAVI, las autoridades financieras y de planificación e instituciones académicas que forman 5 grupos de trabajo. Se finalizarán para el año fiscal la Estructura del Desglose del Trabajo (EDT) preliminar y el Plan de Operaciones de 5 proyectos modulares a gran escala para lograr los objetivos dentro de los 5 años que comienzan a partir del año fiscal 2008.
- El equipo de estudio propone una estructura organizacional para el MOPT, CONAVI y un arreglo en el presupuesto para el mantenimiento de puentes que incluye trabajos de rehabilitación, reforzamiento y mejora. Estos son materiales que juegan un papel en las actividades del GCMP
- La capacidad individual se deberá implementar con base en el “Plan de Desarrollo de Recursos Humanos”, que se incorpora en el proyecto modular integrado-1 que se enfoca en la mejora de las competencias técnicas a nivel individual. Las contrapartes se entrenan con base en Entrenamiento en el Sitio

del Trabajo (EST), mientras que la diseminación técnica debe de llegar a los ingenieros costarricenses a través de los seminarios técnicos (5 veces)

4) Seminario Regional PPP

- Para alcanzar a los países miembros del PPP, se realizó el Seminario Regional del PPP en Diciembre 2006, que permitió presentar el resumen del estudio y extender los resultados del DC comprensivo en la administración de puentes en los países vecinos.

Este reporte contiene todas las actividades y resultados descritos anteriormente y comprende los siguientes capítulos:

- Capítulo 1 Resumen del Estudio
- Capítulo 2 Situación existente en Costa Rica
- Capítulo 3 Condición Existente de Puentes y Estatus del
Mantenimiento de Puentes
- Capítulo 4 Evaluación de la Diferencia de Capacidad
- Capítulo 5 Políticas Básicas para el Desarrollo de Capacidad
- Capítulo 6 Implementación del Desarrollo de Capacidad
para el Programa de Mantenimiento de Puentes Comprensivo
- Capítulo 7 Desarrollo de Recursos Humanos
- Capítulo 8 Condición Existente e Inspección de Sitio
de los Puentes de Estudio
- Capítulo 9 Selección de los 10 Puentes para la Rehabilitación, Reforzamiento
- Capítulo 10 Plan para la Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes
Seleccionados
- Capítulo 11 Diseño para la Rehabilitación, Reforzamiento y Mejora de los 10 Puentes
Seleccionados
- Capítulo 12 Planificación de la Construcción Preliminar y Estimado de Costo
- Capítulo 13 Análisis Económico
- Capítulo 14 Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)
- Capítulo 15 Herramientas para la Administración del Mantenimiento de Puentes
- Capítulo 16 Asistencia Técnica para las Consideraciones Ambientales y Sociales
- Capítulo 17 Conclusiones y Recomendaciones

Capítulo.2 Situación Existente en Costa Rica

2.1 Condición Natural

Geografía: El terreno de Costa Rica está dividido en una columna de volcanes y montañas. Se extiende hasta la cadena de los Andes-Sierra Madre, que se ubica en la parte oeste de América Central. Costa Rica es parte de la zona pacífica “Cinturón de Fuego” y cuenta con 7 de los 42 volcanes activos del istmo, más algunas docenas de volcanes dormidos o conos extintos. La Cordillera de Talamanca, la sierra más antigua y la mas distante hacia el sur del país, cuenta con el Monte Chirripó, la montaña más alta de Costa Rica, con 3.820 mts.

Ríos: Se caracterizan por tener pendientes empinadas en el lecho del río. El lugar donde nace el río se localiza entre los 3.820 mts. a los 1600 mts. de altitud. Desde esta sección hasta una altitud de 600 mts. se encuentran las cuestas empinadas del lecho del río. Estas pendientes inclinadas causan inundaciones y daños a las áreas en los alrededores de los ríos y a los puentes los cruzan.

Clima: El clima de Costa Rica se divide en dos estaciones que son la estación seca y la estación lluviosa. La estación seca se extiende de enero a mayo y la lluviosa de mayo a noviembre y diciembre.

Temperatura: Temperaturas anuales promedio de la cadena montañosa del Pacífico son más altas que las del Caribe. La isoterma 27.5 ° une toda la cuenca más baja del Río Tempisque y se extiende a lo largo de la Costa Pacífica hacia Ciudad Cortés.

Precipitación: Las precipitaciones máximas se dispersan en el área montañosa. Máximas de 5.500 y 6.500 mm. se observan en la Cadena Montañosa del Caribe, en el sector costero entre los ríos Colorado y San Juan así como en la cuenca del Río Banano. Las áreas de precipitación más alta se localizan en la cuenca del Río Pejibaye y el Río Grande de Orosi, los valores están sobre los 7.000 mm. por año.

Fenómenos Sísmicos: Costa Rica está localizada en una región donde interactúan varias placas de la litosfera. El último temblor más fuerte ocurrió el 22 de abril de 1991. Tuvo lugar en el Caribe, en la zona sureste de San José. Registró 7.6 en la escala Richter; el bloque superior se desplazó hacia el noreste como 3 metros en relación con el bloque inferior, provocando una elevación vertical entre los 0.5 y 1.5 metros a lo largo de la plataforma del Caribe, desde el puerto de Limón hasta la frontera con Panamá.

2.2 La Condición Socio-Económica

El Uso de la Tierra: El área total del país es de 51.100 km² y se compone de 50.660 km² de tierra y 440 km² de agua. Se distingue la “tierra cultivable” representan un 4,41%, del área de “tierra cultivable permanente” que se siembra con cultivos como trigo, maíz y arroz.

Población e Índice Social: En 2004, la población de Costa Rica era 4, 300,000 y la relación de incremento anual es cerca de 2 o 3 %. Para las próximas 2 décadas, la población habrá crecido aproximadamente 1.7 veces. De acuerdo a la población de cada provincia, San José tiene el 36% de la población total. La segunda población más extensa está en la provincia de Alajuela.

Economía e Industria: La economía básicamente estable de Costa Rica depende del turismo, la agricultura y la exportación de los productos electrónicos. La pobreza ha sido sustancialmente reducida en los últimos 15 años y se ha establecido una fuerte seguridad social. Los inversionistas extranjeros son atraídos por la estabilidad política del país y los niveles de educación. El turismo continúa introduciendo el intercambio foráneo. Los bajos precios del café y el banano han dañado el sector agropecuario. El gobierno sigue luchando con un gran déficit y una masiva deuda interna. El PIB per capita es de US \$4.353 con una tasa de crecimiento real en el 2004 de 3,9%. Esta ha tenido un aumento estable por alrededor de una década. La composición del PIB por sectores en 2004 es la siguiente: a) agricultura: 8,5%, b) industria: 29,7% y c) servicios: 61,8%. Especialmente, el turismo tiene un papel importante en la economía de Costa Rica. Datos sobre el turismo ha aumentado casi 2 veces en los últimos 7 años. En armonía con el aumento del PIB, la inscripción de los vehículos se ha incrementado continuamente y era de 228 vehículos/1000 personas en 2004.

2.3 Condición y Configuración de la Red Vial

Clasificación de las Carreteras: En Costa Rica, las Carreteras Nacionales forman una red de rutas principales de 7.775 km de longitud, clasificadas en 3 categorías. La Red de Rutas Rurales o Red Cantonal tienen 29.498 km. de longitud. La red total de carreteras tiene 37.273 km. de largo. El MOPT está a cargo de la formulación de políticas básicas de la red vial e interviene en la ejecución de la construcción de la red cantonal, mientras que el CONAVI se ocupa de la conservación, mantenimiento y ejecución de proyectos en la Red Nacional. El mantenimiento y la administración de las Rutas Rurales son realizados, de manera oficial, por la municipalidad de cada provincia, pero actualmente lo hace el MOPT, por el presupuesto y el número limitado de personal en las municipalidades.

Volumen de Tráfico: El volumen de tráfico en Costa Rica ha sido registrado por la Sección de Planificación del MOPT desde 1987. De acuerdo con la información de inventario en secciones de las Rutas Nacionales y el volumen de tráfico, inclusive en la carretera primaria, hay un 13% de su longitud que está en un rango con más de 10.000 vehículos por día, 21% constituye entre 5.000 a 9.999 vehículos por día, 56% está entre 1.000 a 4.999. En la segunda categoría, cerca de un 85% de su longitud está dentro del rango de menos de 5.000 vehículos por día y la tercera categoría cuenta con un 42% de su longitud en un rango de menos de 500 vehículos por día. Además, las rutas donde se localizan los 29 puentes, tiene las siguientes características de volumen de tráfico. El volumen del tráfico de más de 50km de distancia de San José es:

- Ruta 1: 13.000 TPD
- Ruta 2: 5.000 TPD
- Ruta 32: 10.000 TPD

La ruta 32 tiene más vehículos pesados que cualquier otra ruta, debido al trasiego de los productos transportados al Puerto de Limón para su exportación e importación. La cantidad total de productos son exportados e importados en Limón, el cual se ubica al final de la Ruta 32, con un total de 7.16 millones en el 2002.

El estudio de los 29 puentes se localiza en la carretera que tiene cerca de 5.000 - 10.000 TPD excepto la No.1 (60.000 TPD) y la No.29 (45.000 TPD).

2.4 Mantenimiento de Vías

Ruta Nacional: CONAVI está a cargo de definir el presupuesto y tomar las decisiones en el mantenimiento y la rehabilitación de las carreteras. La inspección primaria, la actualización de la información en la base de datos del inventario y el plan de prioridad para el manteniendo están a cargo del MOPT. El MOPT presenta la “PROGRAMACIÓN” a CONAVI cada año con la lista del programa para el plan de rehabilitación, incluyendo el costo estimado por el HDM-III.

Rutas rurales: el MOPT y la municipalidad están a cargo de manejar el presupuesto y dirigir el mantenimiento y la rehabilitación. El sistema para la administración del pavimento se llama “SPEM: Sistema de Programación y Ejecución del Mantenimiento Vial”, establecido por los ingenieros del MOPT, a su vez patrocinados por GTZ en los años 1990. Sin embargo, todavía hay carreteras cuyas condiciones no han sido inspeccionadas aún, debido a la falta de recursos humanos y su presupuesto.

Capítulo.3 Condiciones Existentes de los Puentes y el Estatus del Mantenimiento de Puentes

3.1 Lineamiento de Puentes en Costa Rica

El número total de puentes de las carreteras nacionales es de 1.330. La mayoría de estos puentes sufren de un serio deterioro debido a la falta de trabajos de mantenimiento y rehabilitación. Además están expuestos a los desastres naturales, tales como erupciones volcánicas y sismos, que frecuentemente afectan al país al igual que sucede en Japón. La siguiente tabla muestra la clasificación de puentes de acuerdo con el tipo de puente y la clase de carretera. Los puentes de concreto cuentan casi 82% de la totalidad de puentes.

Table 3.1 Cantidades por Tipo del Puente y por Clasificación de Carretera

| | Clase1 | Clase2 | Clase3 | Total |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Puente de Aero | 59 (4%) | 62 (5%) | 42 (3%) | 163 (12%) |
| Puente de Concreto | 419 (31%) | 393 (30%) | 283 (21%) | 1,095 (82%) |
| Puente de Madera | 2 (0.2%) | 21 (2%) | 49 (4%) | 72 (6%) |
| Total | 480 (36%) | 476 (36%) | 374 (28%) | 1,330 (100%) |



Puentes Tipicos en Costa Rica

3.2 Estándares de Diseño de Puentes

La Asociación Americana de Carreteras Estatales y oficiales de Transporte (AASHTO-por sus siglas en inglés) ha sido adoptada para el diseño de puentes estándar de los puentes de las carreteras nacionales en Costa Rica. Los puentes construidos antes del año 1950, los cuales están ubicados en Ruta 1 y 2, están diseñados con la carga viva reducida HS15. Los puentes construidos en el período de 1960 están con HS20. El incremento del 25% de HS20-44 se ha aplicado para el diseño de cargas vivas de puentes en las carreteras nacionales, basados en el acuerdo entre los gobiernos de Centroamérica para permitir el aumento de las cargas de camiones. Es necesario verificar urgentemente las capacidades de carga de puentes en todos los puentes de las carreteras nacionales.

3.3 Mantenimiento de Puentes

1) Organización para la Construcción y Mantenimiento de Puentes

El número de personal y trabajadores del MOPT es de aproximadamente 4,000, y el departamento de puentes que está ubicado dentro de la División de Obras Públicas, cuenta con 18 personas y está a cargo de la asistencia técnica de la construcción y mantenimiento de puentes. Sin embargo, hay sólo 3 ingenieros profesionales calificados que son capaces de ofrecer servicios técnicos para el diseño de puentes.

Ya que CONAVI no tiene ningún departamento a cargo del mantenimiento de Puentes, recibe la asistencia técnica del departamento de puentes del MOPT. Además, CONAVI recibe anualmente las prioridades de la construcción y rehabilitación de la Red Vial Nacional y puentes basados en las recomendaciones del Departamento de Planificación del NOPT. Sin embargo, debido a las limitaciones del presupuesto, CONAVI no es capaz de completar todos los programas de construcción y rehabilitación recomendados.

2) Sistema de Mantenimiento de Puentes en Costa Rica

El Sistema de Administración de Puentes (SAEP) en el MOPT fue establecido por el proyecto donado por Francia y fue modificado por el Departamento de Planificación del MOPT en 1988. Sin embargo, el SAEP es usado en su mayoría para hacer el Inventario de Puentes y sólo la hoja de inspección y el método de evaluación descrito en el SAEP son aplicados para la Inspección Rutinaria. Los resultados de la evaluación son arreglados como un programa de mantenimiento, el cual lista los puentes en el orden de grados de deterioro, según el Departamento de Planificación del MOPT. Este programa de mantenimiento es entregado a CONAVI como el plan de reparación y rehabilitación de puentes.

El Departamento de Planificación en el MOPT ejecuta la Inspección Rutinaria de Puentes en las carreteras nacionales, hecha por cuatro inspectores como una de las partes de los servicios a las carreteras al verificar el estado de las mismas. Los inspectores son de ingeniería civil y no son ingenieros estructurales especializados de puentes.

La Inspección Detallada de puentes son ejecutados por el Departamento de Diseño de Puentes en el MOPT basado en su método de inspección original, cuando son solicitados por las municipalidades o CONAVI para elaborar un plan para la reparación o refuerzo de puentes.

Capítulo.4 Evaluación de la Diferencia de Capacidad

El objetivo principal de la evaluación completa de la diferencia de capacidad es evaluar la diferencia de capacidad cuantitativa y cualitativamente entre la situación ideal y la situación presente en los términos del mantenimiento del puente, de tal modo que se pueda identificar los obstáculos contra el sistema ideal del mantenimiento del puente. Los involucrados a ser entrevistados en la evaluación de la diferencia de capacidad incluyen una amplia gama de individuos y organizaciones relacionados a la inspección, SAEP, planificación e implementación del mantenimiento y rehabilitación de puentes.

- MOPT, los departamentos relacionados a este y las oficinas regionales
- CONAVI, los departamentos relacionados a este y las oficinas regionales
- Otros ministerios gubernamentales relevantes y agencias tales como Ministerio de Salud, MIDEPLAN, CNC, MINAE, SETENA, etc.
- La Universidad de Costa Rica e institutos de investigación relacionados a este tales como LANAMME
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
- El sector privado tales como contratistas y compañías de diseño
- Usuarios tales como los conductores de camiones, pasajeros y ciudadanos.

El Equipo consultor realizó una evaluación preliminar que consistió en una valoración completa de la diferencia de capacidad que fue conducida conjuntamente con los funcionarios de las contrapartes de MOPT y de CONAVI.

El sistema ideal del mantenimiento de puentes deriva de una clase de mantenimiento preventivo de puentes de acuerdo con el concepto de "Administración de Bienes" el cuál es un sistema de administración estratégico y global de la infraestructura social, para mantener el nivel de servicio de mantenimiento y elevar los beneficios de los usuarios, bajo el presupuesto establecido. Es decir " Administración de Bienes " representa un acercamiento holístico y sistemático a la preservación del activo que asegura un servicio máximo de funcionamiento en los costos mínimos del ciclo vital.

Los procedimientos para la evaluación de la diferencia de capacidad son los 6 pasos siguientes.

- El diseñar hojas de evaluación de diferencia de capacidad
- Entrevistas y colección de datos/información de las contrapartes relevantes
- Evaluación preliminar de la evaluación de diferencia de capacidad
- Una gama completa de evaluación de diferencia de capacidad
- PCM (Proyecto de la Administración por Ciclo) incluyendo el análisis del problema y un análisis objetivo para solucionar los obstáculos contra la administración ideal del puente
- Formulación de políticas y de planes de acción básicos incluyendo el PDMs (matriz del proyecto diseño) del módulo requerido del proyecto para la administración ideal de los puentes.

El grado cualitativo y cuantitativo de la diferencia entre el nivel requerido y las capacidades presentes a nivel individual, organizacional, institucional y social serán evaluadas comprensivamente al usar las hojas de calificación de 5-grados. Estas hojas de calificación de 5-grados para la evaluación de la diferencia de capacidad fueron diseñadas de manera previa para evaluar el grado de diferencia.

Las capacidades a nivel individual incluyendo los funcionarios relevantes i) conocimiento y habilidad/experiencia práctica para la inspección, diagnóstico, operación de BMS, planeamiento y puesta en práctica de la reparación y de la rehabilitación, e ii) administración y sensibilidad para el mantenimiento preventivo del puente.

4.1 Nivel Individual

Las capacidades a nivel individual incluyendo los funcionarios relevantes i) conocimiento y habilidad/experiencia práctica para la inspección, diagnóstico, operación de BMS, planeamiento y puesta en práctica de la reparación y de la rehabilitación, e ii) administración y sensibilidad para el mantenimiento preventivo del puente.

- (a) A pesar de que el departamento de puentes del MOPT cuenta con pocos ingenieros, éstos no tienen el suficiente conocimiento ni la experiencia en términos de la práctica del mantenimiento de puentes.
- (b) CONAVI no cuenta con ningún ingeniero de puentes calificado, a pesar de que contrata ingenieros civiles para las actividades de inspección de puentes.
- (c) Existe una cantidad insuficiente de inspectores profesionales calificados tanto en el MOPT como en el CONAVI, a pesar de que el Departamento de Planificación del MOPT esta actualizando su base datos sobre puentes.
- (d) Los funcionarios de las oficinas de Planificación y Financiero no conocen bien el significado de mantenimiento preventivo de los puentes bajo el concepto de “Administración de Bienes”
- (e) A pesar de que algunos investigadores afiliados a las organizaciones de investigación de la Universidad de Costa Rica, entienden el significado de mantenimiento preventivo de los puentes, otros funcionarios del sector público así como el personal del sector privado no están tan al tanto de su importancia.
- (f) A pesar de que algunos contratistas extranjeros cuentan con varios ingenieros calificados en puentes, el nivel de los ingenieros de los contratistas locales no alcanzan el nivel requerido.

4.2 Nivel Organizacional

Capacidades a nivel de organización incluye i) el funcionamiento de la organización (funciones, número de personal calificado, mecanismo de la toma de decisión, capacidades de la coordinación, sistema incentivo, administración del personal, etc.), ii) sistema financiero y los subcontratos (cantidad y asignación del presupuesto para el mantenimiento y la rehabilitación del puente, y el sistema para el mantenimiento y rehabilitación de puentes), y iii) evaluaciones físicas e intelectuales para el mantenimiento y la rehabilitación del puente.

- (a) No existe sistema de inspección de puentes metódicos y comprensibles tanto en el MOPT como el CONAVI y la inspección de los puentes es básicamente dirigida con una inspección básica.
- (b) El presupuesto para el mantenimiento de los puentes asignados para el MOPT y el CONAVI no es el suficiente, comparado con el de la construcción y mantenimiento de las carreteras.
- (c) Las oficinas regionales del MOPT y el CONAVI no cuentan con suficientes recursos financieros para las actividades de las inspecciones regulares.
- (d) Los estándares de los diagnósticos de los daños en los puentes así como los manuales de inspección no están bien diseñados. A pesar de que el Departamento de Puentes está actualizando su base de datos, además, existe un faltante del equipo necesario para las actividades de inspección.
- (e) En el sistema de concesión para el mantenimiento de las carreteras y los puentes, CONAVI y CNC no especifican las actividades de mantenimiento de los puentes de las compañías concesionarias.
- (f) Existe un faltante de oportunidades para la capacitación de los ingenieros de puentes e inspección en el MOPT y el CONAVI.

4.3 Nivel Institucional y Social

Las capacidades de los niveles institucional y social incluyen, i) políticas existentes, leyes, regulaciones y modelos para el mantenimiento preventivo de los puentes, y ii) entendimiento social del mantenimiento preventivo de los puentes y administración de los conceptos. Los resultados de las evaluaciones a gran escala de las hojas de evaluación de 5 puntos así como los mayores resultados a este nivel se muestran a continuación.

- (a) No hay un compromiso político para el mantenimiento de los puentes basado en el concepto de “Administración de Bienes”.
- (b) A pesar de que existen regulaciones para las capacidades de carga de los furgones basadas en el marco del transporte internacional, tales como PPP y SIECA, hay gran cantidad de camiones y contenedores sin pesar.
- (c) La comprensión del concepto “Administración de Bienes” así como “Mantenimiento Preventivo” no es el mejor en la sociedad, mientras los ciudadanos comunes no están muy interesados en el mantenimiento de los puentes existentes.
- (d) No existen suficientes oportunidades para la colaboración entre los sectores público y privado con el fin de desarrollar nuevas tecnologías para el mantenimiento y la rehabilitación de los puentes.

Basados de los resultados de las entrevistas y el análisis de las hojas de evaluación de 5-grados de puntuación, se condujo el análisis del problema a full-escala usando método PCM (Mantenimiento del ciclo del Proyecto). Por ejemplo, el problema base del “Mantenimiento Inapropiado de los Puentes” se deriva de i) capacidad insuficiente de mantenimiento de puentes, ii) estructura organizacional débil de mantenimiento de puentes, iii) presupuesto insuficiente para mantenimiento de puentes, iv) imposición insuficiente de las leyes, regulaciones y estándares, v) insuficiente conocimiento de administración del

mantenimiento de los puentes. Más árboles de problemas detallados muestran las mayores causas del la base del problema están ilustrados a continuación usando el método a gran escala del ACP.

Capítulo.5 Políticas Básicas para el Desarrollo de Capacidad

Para resolver estos problemas, el programa para la administración total del mantenimiento y rehabilitación de puentes fue propuesto, lo cual contiene un grupo de proyecto modular prototipo de 13 grupos. El programa está compuesto de un grupo de proyectos modulares para resolver los problemas identificados y los contenidos detallados de los proyectos modulares se han especificado a través del proceso a gran escala del ACP, lo que incluye: a) análisis del problema, b) análisis objetivo, y c) análisis alternativo de los proyectos modulares identificados.

1

Siguientes aproximaciones básicas fueron identificadas a través del análisis alternativo. i) la mejora de la Capacidad de Mantenimiento de Puentes, ii) la mejora de la Capacidad Organizacional, iii) los Cambios de Políticas para Mantenimiento de Puentes, iv) la mejora del Refuerzo Institucional, y v) Soporte del Usuario así mismo vi) la cooperación Técnica Extranjera como administración de conocimiento en el mantenimiento de puentes.

Tabla 5.1 Aproximaciones Básicas Alternativas para Mantenimiento de Puentes

| Aproximaciones Básicas | Prototipos para Módulos de Proyecto | Nivel |
|---|---|---------------------------|
| Aproximación a la Mejora de la Capacidad de Mantenimiento | 1-a Proyectos de Mejora de Capacidad Individual para Diagnostico e Inspección de Puentes | Individual |
| | 1-b Proyectos de Mejora de Capacidad Individual para Operación y Selección Prioritaria del SAEP en Mantenimiento de Puentes | Individual |
| | 1-c Proyectos de Mejora de Capacidad Individual para Planificación e Implementación en Rehabilitación de Puentes | Individual |
| | 1-d Proyectos de Desarrollo del Recurso Humano para el Mantenimiento de Puentes | Individual |
| Aproximación a la Mejora de la Capacidad Organizacional | 2-a Proyecto para el Fortalecimiento Organizacional del Departamento de Puentes del MOPT | Organizacional |
| | 2-b Proyecto de Instalación Organizacional del Departamento de Puentes en el CONAVI | Organizacional |
| | 2-c Proyecto de Promoción del Conocimiento en Administración de Puentes entre los Sectores Públicos, Privados y Académicos | Organizacional |
| Aproximación a los Cambios de Políticas | 3-a Proyecto del Recurso y Políticas de Administración para Autoridades Financieras y de Planificación | Institucional (Políticas) |
| Aproximación a la Mejora del Refuerzo Institucional | 3-b Proyecto de Mejora de Refuerzo para establecer Procedimientos y Regulaciones | Institucional |
| | 3-c Proyecto de Mejora de Refuerzo en Regulaciones Técnicas y Estándares de Diseño | Institucional |
| Aproximación al Soporte del Usuario | 3-d Proyecto de Soporte del Usuario de Puentes para el Recurso Administrativo y la Seguridad Vial | Social |
| | 3-e Imponer Políticas Tributarias y Proyectos de Campaña para el Recurso Administrativo | Social |
| Aproximación a la cooperación Técnica Extranjera | 3-f Proyecto de Intercambio de Información Extranjera para el Mantenimiento de Puentes | Social (Internacional) |

Basado en las alternativas básicas anteriormente identificadas, se proponen las siguientes políticas básicas para la administración de puentes. El análisis objetivo relevante es ilustrado en la Figura 5.1.1.

- (a) El acercamiento básico para el mantenimiento de puentes debe ser cambiado de “*mantenimiento básico ad-hoc*” por “*mantenimiento preventivo*” el cual se deriva del concepto de “*el recurso de mantenimiento*” para puentes. Desde que el presupuesto para el mantenimiento de puentes ronda el mínimo, el concepto de bien planeado “*costo del ciclo de vida*” debe ser incorporado en la planificación y en los acomodos presupuestarios del mantenimiento de puentes. Un compromiso político fuerte para la asignación óptima de los recursos financieros del mantenimiento de puentes es crítico para afianzar el presupuesto requerido basado en el concepto de “*mantenimiento preventivo*”.
- (b) El mantenimiento de puentes debe ser administrado no simplemente por la mejora de las tecnologías de mantenimiento y por el entrenamiento individual de ingenieros pero por la mejora del comprensión del mantenimiento de puentes por medio de módulos de proyecto en términos de capacidades de niveles individuales, organizacionales, institucionales y sociales.
- (c) Responsabilidades ambiguas, deben ser clarificadas las responsabilidades, funciones y misiones de los departamentos del MOPT y el CONAVI, por medio del fortalecimiento de las capacidades institucionales de los departamentos de ambas organizaciones. Las funciones del departamento de puentes del MOPT deben ser fortalecidas en el campo de i) formulación de estrategias básicas, ii) la asignación de un presupuesto, iii) operación del SAEP, iv) prioridad de mantenimiento y reparación de puentes, y v) planeamiento en el mantenimiento y reparación de puentes. Por otro lado, se debe crear la sección relacionada a puentes en el CONAVI bajo la Dirección Conservación de Vías en cooperación con la Dirección de Ingeniería y la Dirección de Obras. El grupo de administración de puentes debe estar constituido por una representación de las organizaciones relevantes, debe ser establecida en la sección relacionada a puentes recién creada en el CONAVI.
- (d) El flujo de trabajo ad-hoc para el mantenimiento de puentes debe ser estandarizado con su respectivo manual para el mantenimiento de puentes, realizando mas dinámicamente las funciones pertinentes a los departamentos del MOPT y CONAVI.
- (e) Una gama amplia de recursos humanos en el campo de la administración de puentes debe ser diseñada tomando en cuenta lo siguiente:
 - i) El objetivo principal de los programas de entrenamiento debe ser crear un staff mantenimiento de puentes;
 - ii) Entrenar a los Ingenieros de vías, especialmente en EET (entrenamiento en el trabajo)) en el campo de trabajo deberá promoverse con el fin de utilizar al máximo al recurso humano tanto del MOPT como del CONAVI; y
 - iii) Entrenamiento técnico al staff, se debe enfatizar en el contrato base del personal de la Dirección de Conservación de Vías del CONAVI.
- (f) Debe promoverse una gama amplia de colaboraciones en el campo de desarrollo de los recursos humanos y el intercambio de información técnica entre MOPT, CONAVI, organizaciones de investigación y compañías privadas.
- (g) Refuerzo efectivo de leyes, estándares y regulaciones en el campo del mantenimiento de puentes, diseño de puentes, procedimientos de prevención y control de trafico; deben ser mejorados hasta elevar las capacidades al nivel institucional.
- (h) Debe de asignarse el optimo presupuesto para el mantenimiento de puentes a través de:
 - i) Una asignación mas eficaz del presupuesto para el mantenimiento de puentes

- ii) Relocalización razonable del presupuesto para nuevos proyecto de construcción y obras de mantenimiento; y
 - iii) Relocalización razonable del presupuesto para trabajos de mantenimiento de obras y mantenimiento de puentes.
- (i) Debe implementarse el soporte para usuarios y contribuyentes en el mantenimiento de puentes axial como la cooperación técnica extranjera de países como los países miembros de la PPP, con el propósito de extender social e internacionalmente el concepto de “*Mantenimiento Preventivo*” y “*Recurso de Mantenimiento*”.
- (j) El mantenimiento del Puente aun después de la finalización del Estudio es crítico. En otras palabras, la “estrategia de salida2 después de la culminación del Estudio debe ser definida de modos tales como:
- i) Presupuesto sustancial para mantenimiento de puentes a largo plazo;
 - ii) Administración Visualizada de los módulos de proyecto a través de un plan de operaciones; y
 - iii) Monitoreo de los módulos de proyecto identificados utilizando indicadores verificables.

Capítulo.6 Implementación del Desarrollo de Capacidad para la Comprensión del Programa de Mantenimiento de Puentes

A través del amplio rango de las actividades de valoración de la capacidad para la mejora en la comprensión del sistema de mantenimiento de puentes, se han formulado políticas básicas para el desarrollo de capacidad, por consiguiente se identificaron 13 prototipos de proyectos en niveles de capacidad individual, organizacional, institucional y social. Los trece prototipos de proyectos modulares identificados en el Capítulo 5 están integrados en 5 proyectos modulares, tomando en cuenta la similitud de cada prototipo de proyecto modular. Consecuentemente, el grupo de los 5 proyectos modulares integrados es Apreciado como un programa de mantenimiento de puentes para la comprensión del desarrollo de un gran rango de capacidades en el mantenimiento de puentes. La siguiente Tabla muestra la lista de proyectos modulares integrados junto con los 13 proyectos modulares prototipo.

Tabla 6.1. Lista de 5 Proyectos Modulares Integrados

| No. de Proyecto Modular Prototipo | Contenidos de la Integración de Proyectos Modulares | No. de Proyecto Modular Integrado |
|---|--|--------------------------------------|
| Proyecto Modular Integrado 1 (MP-1: Capacidad Individual de Proyectos de Construcción para el MOPT y CONAVI) | | Matriz de Diseño de Proyecto (MDP-1) |
| 1-a | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para la Inspección y el Diagnostico | |
| 1-b | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para la Operación del SAEP, Priorización de Selección y Planeamiento de Rehabilitación de Puentes | |
| 1-c | Proyecto de Mejora de Capacidad Individual para la Implementación de la Rehabilitación de Puentes | |
| Proyecto Modular Integrado 2 (MP-2: Proyecto de Construcción Institucional para el MOPT y CONAVI) | | Matriz de Diseño de Proyecto (MDP-2) |
| 2-a | Proyecto de Fortalecimiento Institucional para la Dirección de Puentes del MOPT | |
| 2-b | Proyecto de Fortalecimiento Organizacional para el Nuevo Departamento relacionado a Puentes del CONAVI | |
| Proyecto Modular Integrado 3 (MP-3: Proyecto de Desarrollo de Recursos a largo plazo e Intercambio Técnico) | | Matriz de Diseño de Proyecto (MDP-3) |
| 1-d | Proyecto de Desarrollo de Recursos a Largo Plazo | |
| 2-c | Proyecto de Intercambio Técnico Público-Privado-Académico | |
| 3-f | Proyecto de Intercambio Técnico de los países del PPP | |
| Proyecto Modular Integrado 4 (MP-4: Proyecto de Mejora de Regulaciones y Estándares) | | Matriz de Diseño de Proyecto (MDP-4) |
| 3-b | Proyecto de Mejora de Regulaciones Técnicas y Estándares de Diseño | |
| 3-c | Proyecto de Mejora en Adquisición de Procedimientos y Regulaciones | |
| Proyecto Modular Integrado 5 (MP-5: Proyecto de Promoción de Relaciones Públicas y Defensas) | | Matriz de Diseño de Proyecto (MDP-5) |
| 3-a | Proyecto de la Defensa de Valores par alas Autoridades Financieras y Planificadoras | |
| 3-d | Proyecto de Las Relaciones Públicas y Defensas de los Usuarios de Puentes | |
| 3-e | Proyecto de las Relaciones Públicas y Defensas a los Contribuyentes | |

Como un cuerpo de apoyo para la implementación del desarrollo de capacidad para mejor comprensivamente las actividades de mantenimiento de puentes del MOPT y CONAVI, El “Grupo Consultivo de Mantenimiento de Puentes”, se estableció este grupo el cual consiste de representantes de varias organizaciones. En la siguiente tabla se describen las funciones principales de los grupos de trabajo del GCMP, lo mismo que los proyectos modulares.

Tabla 6.2. Lista de 5 Proyectos Modulares Integrados

| GT No. | Grupo de Trabajo | Proyectos Modulares Relacionados |
|--------|---|----------------------------------|
| GT-1 | Grupo de Trabajo para Construcción de Capacidad Individual | Proyecto Modular 1 |
| GT-2 | Grupo de Trabajo para Construcción Institucional del MOPT y CONAVI | Proyecto Modular 2 |
| GT-3 | Grupo de Trabajo para Desarrollo de Recursos Humanos a Largo Plazo | Proyecto Modular 3 |
| GT-4 | Grupo de Trabajo para la Mejora de Leyes, Regulaciones y Estándares | Proyecto Modular 4 |
| GT-5 | Grupo de Trabajo para la Promoción de las Relaciones Públicas | Proyecto Modular 5 |

El resumen del proyecto modular se expresa en la forma de la MDP (Matriz del Diseño del Proyecto) el cual es una matriz de cuatro por cuatro para disponer un diseño de proyecto y se formulan las MDP para los 5 proyectos modulares del proyecto. Las actividades especificadas en cada MDP se desglosan en paquetes de trabajo más manejables, llamadas Estructura del Desglose del Trabajo (EDT). Se elabora un borrador de los EDT preliminares y los EDT a gran escala se formularán en el curso de una serie de reuniones con el GCMP que se tendrán en el 2007.

Un Plan de operaciones a gran escala (PO) es un plan de implementación de proyectos detallado que contiene varios factores de administración de proyectos que incluye el alcance, horario, recursos humanos, calidad, adquisición y costo. El Plan de Operaciones a gran escala será formulado tomando en cuentas las consultas a cada grupo de trabajo del GCMP.

Propuesta de la Estructura Organizacional para Mantenimiento Optimo de Puentes

La meta final de la reforma institucional es el establecer un sistema de mantenimiento regular y apropiado en todo el país para los 1350 puentes de la red vial nacional al racionalizar las funciones del MOPT y CONAVI lo mismo que seleccionar el modelo organizacional adecuado. Para alcanzar esta meta final, la estructura organizacional ideal para mantener apropiadamente el número actual de puentes basado en las siguientes condiciones.

- (i) El nivel organizacional ideal deberá ser logrado en 5 años basados en las mejoras paso a paso de la estructura organizacional actual.
- (ii) Las funciones de las prácticas de mantenimiento de puentes son racionalizadas entre el MOPT y CONAVI.
- (iii) La dirección de puentes del MOPT será responsable del mantenimiento del puente tal como la inspección y el mantenimiento, mientras que el departamento de construcción de puentes propuesto de CONAVI será el responsable de la reparación y la rehabilitación.

- (iv) La inspección programada de los 350 puentes en la red vial a nivel primario o secundario será conducida cada 5 años de manera rotativa. (La Figura 6.3.1 indica el número que se quiere alcanzar de puentes a ser inspeccionados).
- (v) La inspección detallada y la rehabilitación y refuerzo de 50 puentes será realizada cada 5 años.
- (vi) Los puentes que están muy dañados y que necesitan ser rehabilitados urgentemente serán atendidos en 5 años.

Como un punto de ingreso primario de la evaluación de la diferencia de capacidad y los miembros principales del GCMP, el departamento de diseño de puentes del MOPT está sujeto a ser promovido para convertirse en una dirección de puenteSAEPartir del año fiscal 2007. Aprovechando este impulso, se estima la estructura organizacional ideal y el número de miembros requeridos para la organización propuesta. Se propone una organización tipo proyecto, la cual consiste de 6 departamentos y oficinas regionales encabezadas por un director. El número total de miembros y trabajadores requeridos se calcula en un número de 36 en el año fiscal del 2008 y en 58 en el año fiscal del 2012, respectivamente.

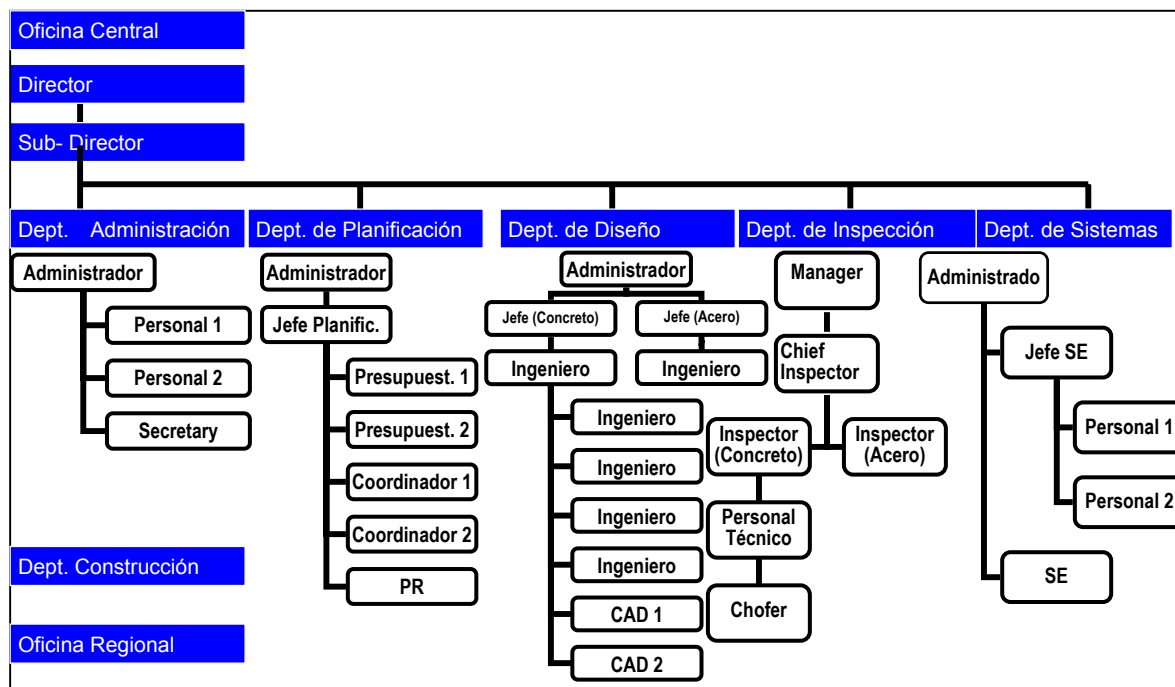


Figura 6.1. Estructura Organizacional propuesta de la Dirección de Puentes del MOPT

Junto con la dirección de puentes del MOPT, se estima la estructura organizacional ideal lo mismo que el número de miembros que se requieren para el departamento propuesto de construcción de puentes de CONAVI y sus oficinas regionales. El número total de miembros requeridos deberá de aumentar a 14 en el año fiscal 2008 y a unos 38 en el año fiscal 2012.

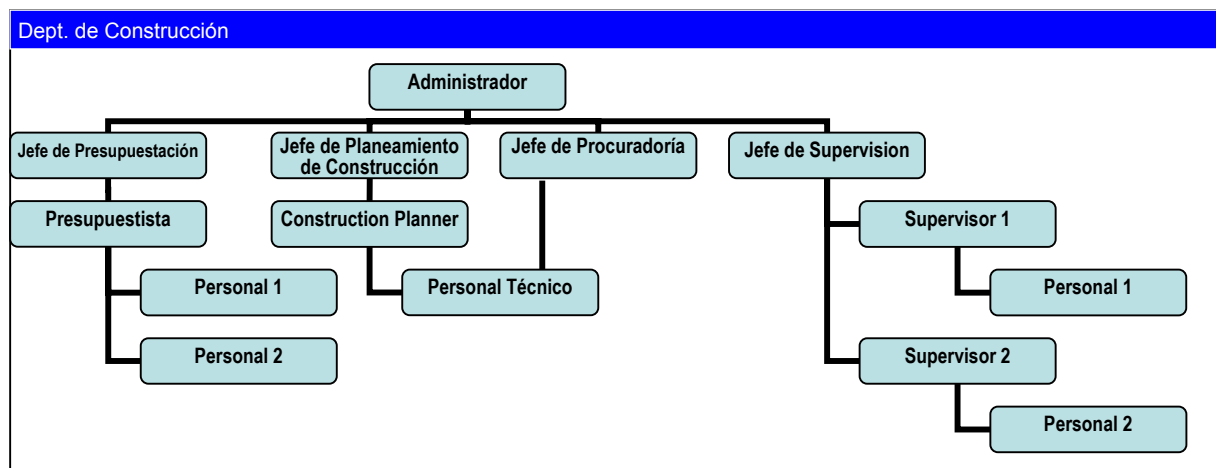


Figura 6.2. Estructura Organizacional propuesta del nuevo Dep. de Puentes Construcción de CONAVI

De acuerdo a esta solicitud de préstamo para el año fiscal 2007, el MOPT está asignando el presupuesto para el costo de operación total que excluye los costos de construcción es de 277,690 colones, lo que equivale a un 75.1% del presupuesto total requerido para la operación organizacional básica de la dirección de puentes del MOPT.

el Monitoreo y la Evaluación para implementación de Desarrollo de Capacidad

El desarrollo de capacidad es un cambio de transformación a través de un proceso de incremento acumulado. Ya que los impactos y cambios del desarrollo de capacidad afectan a una gran variedad de individuos y organizaciones en términos de cambios de incremento y transformación, la evaluación durante la etapa de implementación de los proyectos modulares integrados cubrirán dimensiones de evaluación a gran escala con base en el sistema de monitoreo del ACP.

Los resultados de la evaluación en las etapas primeras del desarrollo de capacidad son satisfactorias en términos del nivel de capacidad individual. Ya que el aporte durante el periodo de estudio se enfoca en el desarrollo de recursos humanos, especialmente aportes críticos tales como la evaluación comprensiva basada en las actividades de desarrollo de recursos humanos, el monitoreo y la evaluación se relacionan principalmente al nivel de capacidad individual.

- (i) Las actividades de desarrollo de recursos humanos a través de 4 talleres de desarrollo de capacidad y 4 seminarios técnicos sobre tecnologías de mantenimiento de puentes se han impartido durante el transcurso del estudio, y la mayoría de los participantes comprenden plenamente los contenidos de los talleres y seminarios.
- (ii) El entrenamiento de 4 oficiales a través de la misión a Chile y el entrenamiento de 2 oficiales en Japón contribuye grandemente a la base del desarrollo de capacidad que apunta a los oficiales del MOPT y CONAVI quienes son puntos de ingreso de la evaluación de la diferencia de capacidad.
- (iii) A través de las actividades de redacción del borrador de los manuales y lineamientos, el grado de comprensión de los oficiales del MOPT y CONAVI son considerablemente satisfactoria SAEP a pesar de que todavía hayan requisitos para el mejoramiento de habilidades operacionales basadas en una manera más práctica de oportunidades más prácticas de entrenamiento en el sitio de trabajo.

- (iv) Costa Rica es uno de los países miembros del PPP y actualmente es responsable de la comisión técnica del PPP en red de vías. Para extender los resultados de las actividades de desarrollo de capacidad en el campo de mantenimiento de puentes, el seminario regional del PPP sobre el desarrollo de capacidad fue impartido en Diciembre del 2006. Desde del PPP el seminario regional funcionará como un compromiso a las actividades de desarrollo de capacidad del MOPT y CONAVI, los resultados del seminario profundizaran el nivel de capacidad individual de los oficiales del MOPT y CONAVI.
- (v) Para lograr la extensión local de los resultados del desarrollo de capacidad a una gran variedad de involucrados en la sociedad, se han realizado y planeado varias actividades de relaciones públicas en el campo del mantenimiento de puentes para ser implementadas al usar canales disponibles de relaciones públicas. Los contribuyentes y los usuarios de puentes son los grupos objetivo principales para las relaciones públicas, mientras que los oficiales de gobierno involucrados también se incluyen.

| Narrative Summary | Objectively Verifiable Indicators | Means of Verification | Important Assumptions |
|---|--|---|---|
| Overall Goal: All the bridges on the national highway network will be sustainably maintained and repaired in the long run by the trained and qualified MOPT and CONAVI staff. | By the end of the financial year 2012, all the bridges on the national highway network will be rotationally maintained and repaired in 5 years (350 bridges per annum) by the trained and qualified MOPT and CONAVI staff. | Bridge Inventory Data on BMS | The training of the ample number of the qualified staff in the relevant expertise is regarded as one of priority areas of the bridge maintenance in Costa Rica. |
| Project Purpose: 1. All the bridges on the national highway network will be maintained and repaired by the ample number of the qualified staff of MOPT and CONAVI who have the following appropriate expertise. 1. Inspection of Bridges, 2. BMS Management, 3. Diagnosis and Priority Selection, 4. Repair Planning, 5. Repair Works | By the end of the financial year 2012, all the bridges on the national highway network will be maintained and repaired by the ample number of the qualified staff of MOPT and CONAVI who have the following appropriate expertise. 1. Inspection of Bridges, 2. BMS Management, 3. Diagnosis and Priority Selection, 4. Repair Planning, 5. Repair Works | Bridge Inspection Records and Bridge Repair Records | Through the full operations of the trained staff, maintenance and repair works of all the bridges will be rotationally implemented. |
| Outcome: 1. The ample number of the qualified staff of MOPT and CONAVI who have the following appropriate expertise will be trained. 1. Inspection of Bridges, 2. BMS Management, 3. Diagnosis and Priority Selection, 4. Repair Planning, 5. Repair Works | By the end of the financial year 2012, the required number of the qualified staff of MOPT and CONAVI will be trained in accordance with the plan of operations in the following expertise. 1. Inspection of Bridges, 2. BMS Management, 3. Diagnosis and Priority Selection, 4. Repair Planning, 5. Repair Works | Work Records and Progress Reports of the Working Group 1 (WG-1) | The trained staff will be actually assigned to MOPT and CONAVI, and will keep in full operations. |
| Activities: The details of activities are as per the attached Work Breakdown Structure (WBS) for MP-1 | Input : The details of input are as per the attached plan of operations (PO) for the Modular Project 1 (MP-1). | | The candidates for the qualified staff with the relevant expertise will participate in the training opportunities. Pre-Conditions : 1. The budget and staff for the working group 1 (WG-1) will be guaranteed starting from the financial year 2008 in order to cover the WBS under the MP-1 |

PDM (imagen)



PPP Seminario Regional (en Dic, 2006)

Capítulo.7 Desarrollo de Recursos Humanos

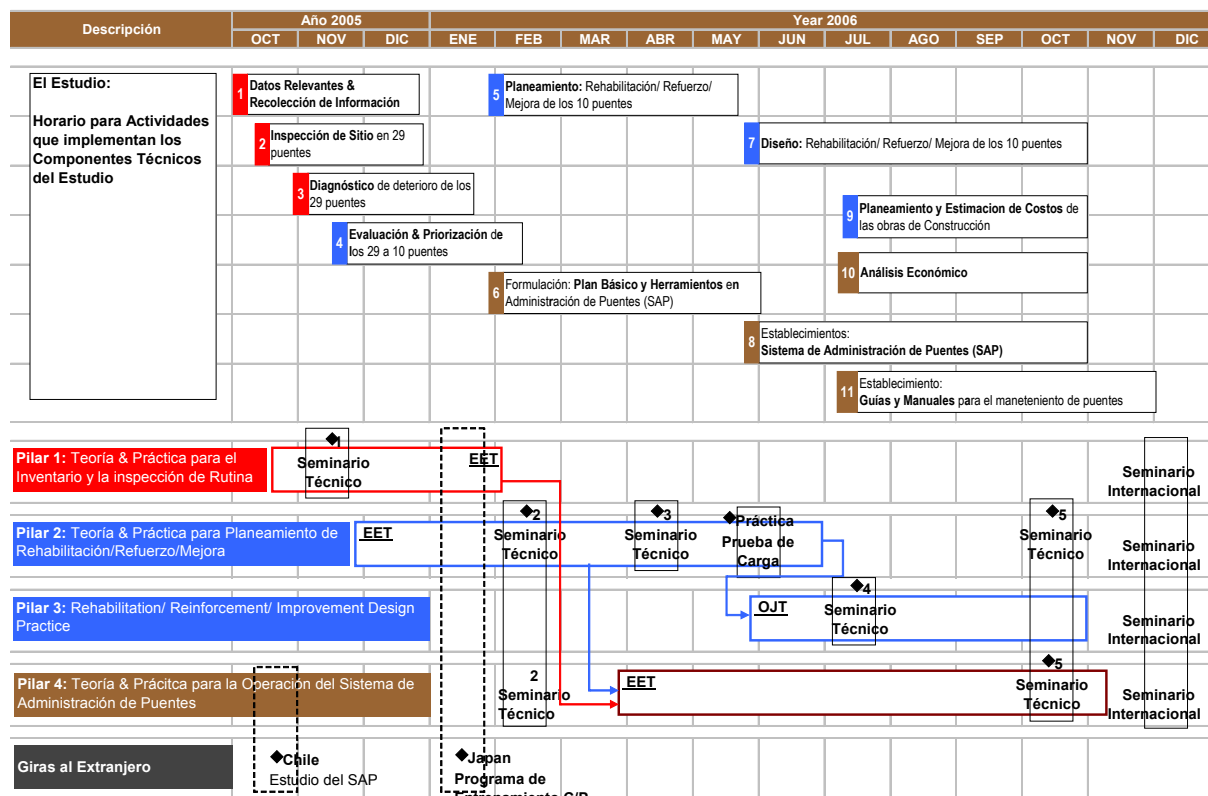
7.1 Concepto Básico y Plan de Implementación para el Desarrollo de Recursos Humanos

Bajo el concepto de Desarrollo de Capacidad, el Desarrollo del Recurso Humano juega parte del rol del Programa de Desarrolla de Capacidad (descrito después como “el programa de DC”) a nivel individual. Es la intención que estos programas DC reúnan todas las actividades anteriores en los llamados proyectos modulares que tienen cierta fuerza en el proceso del estudio. Las actividades del entrenamiento técnico han sido introducida e inicialmente esencialmente apuntar en las contrapartes especializadaSAEPrincipios del estudio, considerando los módulos de proyectos y sus marcos son examinados para abrir la implementación en medio de niveles de rangos altos como una parte del programa de DC.

Las actividades de entrenamiento son practicadas a fondo, con el fin de multiplicar el efecto de aprendizaje, de manera de Entrenamiento-En-Trabajo (EET) y Seminarios Técnicos con el fin de realzar el Conocimiento, Habilidades y Actitud. Además, sobresalen las Giras de Estudio al Extranjero desarrolladas en este estudio, las cuales con el fin de ser suplemento y amplificar los efectos los entrenamientos técnicos y de la propagación.

1) Programa de Capacitación Técnica

El programa de capacitación técnica comprende 4 pilares técnicos principales de la rehabilitación, mantenimiento, que se deberán realizar en la agenda de implementación del estudio.



- i) **Pilar Técnico 1:** Inventario e Inspección Rutinaria
- ii) **Pilar Técnico 2:** Planificación para la Rehabilitación/ Refuerzo/ Mejoras
- iii) **Pilar Técnico 3:** Rehabilitación/ Refuerzo/ Práctica del Diseño de Mejoramiento
- iv) **Pilar Técnico 4:** Sistema de Administración de Puentes

2) Proyectos Modulares para el mejoramiento de la competencia individual

Como parte del Programa-Proyecto-Administración, estos cuatro módulos a nivel individual son incorporados dentro de proyectos integrados, nombrados Proyecto 1 y Proyecto 3 interpretados por Grupos de Trabajo formulados bajo las direcciones del Núcleo del Grupo de Administración de Puentes. Estos alcanzan totalmente integrar 5 proyectos los cuales cuentan más de 13 módulos mencionados anteriormente. La siguiente tabla resume la unión y la coherencia entre los pilares técnicos del programa de entrenamiento y los 5 proyectos integrados del programa de Desarrollo de capacidad.

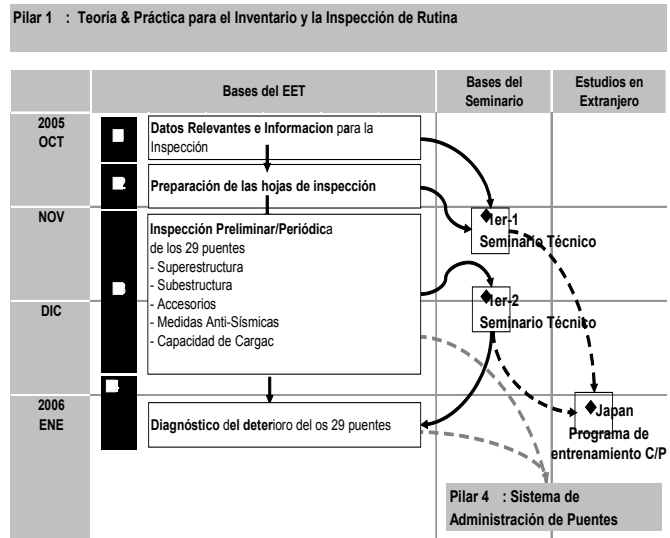
| Niveles Objetivos del Desarrollo de Capacidad | Proyectos Integrados | | | | |
|---|------------------------------|------------|------------|----------------------------------|------------|
| | Proyecto 1 | Proyecto 2 | Proyecto 3 | Proyecto 4 | Proyecto 5 |
| Nivel Individual | ● | | Módulo 1-d | | |
| Nivel Organizacional | | ● | ● | | |
| Nivel Social e Institucional | | | ● | ● | ● |
| Pilar 1: Inventario e Inspección de Rutina Teoría/Práctica | Módulo 1-a como Pre-Criterio | | | Manual de Inspección de Puentes | |
| Pilar 2: Plan de Rehabilitación/Refuerzo/Mejora | Módulo 1-c como Pre-Criterio | | | Guía de Mantenimiento de Puentes | |
| Pilar 3: Diseños prácticos para Rehabilitación/Refuerzo/Mejora/ | Módulo 1-c como Pre-Criterio | | | Guía de Mantenimiento de Puentes | |
| Pilar 4: Teoría y Práctica en Operación del Sistema de Administración de Puentes SAP | Módulo 1-b como Pre-Criterio | | | Manual de Operación del SAP | |

7.2 Actividades Implementadas para el Desarrollo de Recursos Humanos

Basado en el plan de implementación, el programa de entrenamiento técnico con los 4 pilares ha sido llevado a través del periodo del Estudio. Los detalles de las actividades de los entrenamientos y sus logros se describen a continuación.

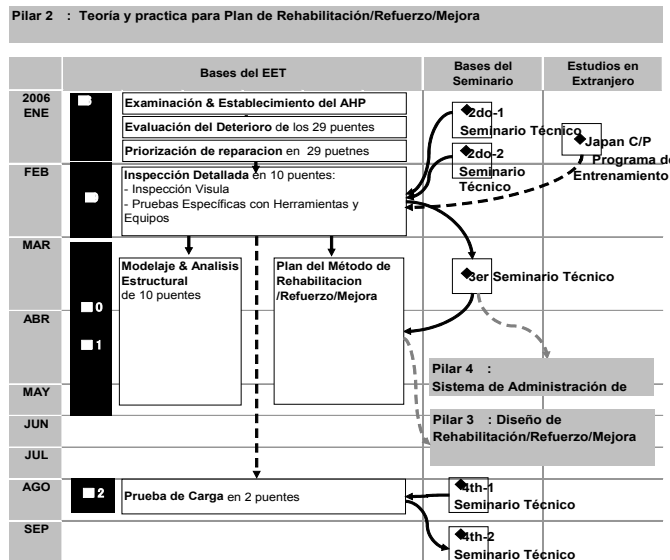
1) Pilar Técnico-1

- 1 Datos e Información relevantes para la inspección
- 2 Preparar la hoja de inspección
- 3 Inspección Preliminar/Periódica
- 4 Diagnostico del Deterioro de los 29 Puentes
- 5 Método de Examinación con resultados de inspección



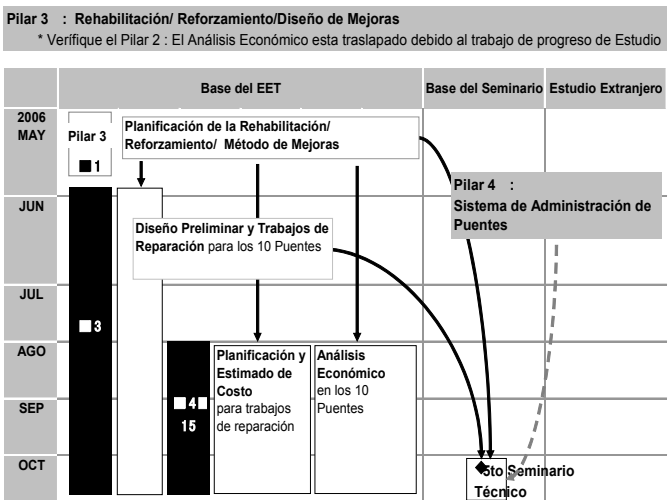
2) Pilar Técnico-2

- 6 Examinación y establecimiento del AHP
- 7 Evaluación de las Deterioraciones
- 8 Priorizar las Reparaciones
- 9 Inspección Detalladas
- 10 Modelos Estructurales y Análisis
- 11 Planificación de la Rehabilitación/ Refuerzo/ Método de Mejoramiento
- 12 Prueba de Carga de Puentes



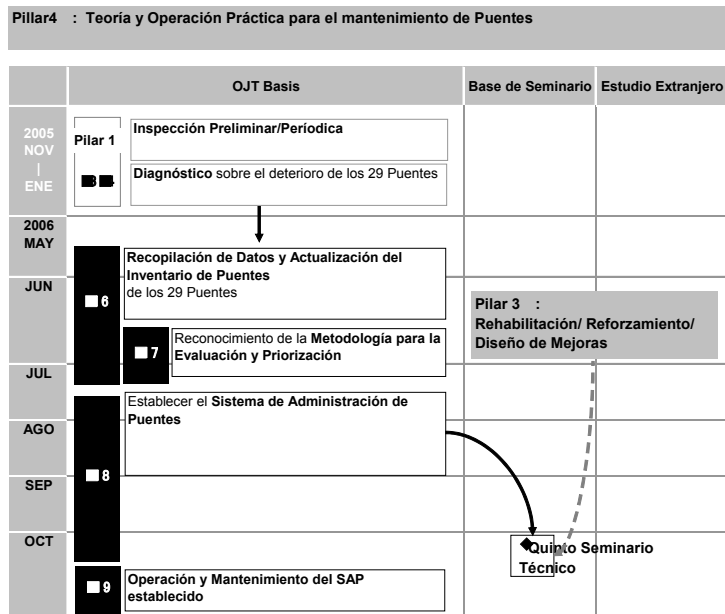
3) Pilar Técnico-3

- 13 Diseño preliminar de Reparación de obras para 10 Puentes
- 14 Planificación y Estimado de costos para trabajos de reparación para 10 Puentes
- 15 Análisis Económico en los 10 Puentes:



4) Pilar Técnico-4

- 16 Recolección de Datos y actualización del inventario de puentes de 29 puentes.
- 17 Examinación de la Metodología para la evaluación y priorización.
- 18 Establecimiento del Sistema de Administración de Puentes
- 19 Operación y Mantenimiento del SAEP establecido.



5) Gira de Estudio en el Extranjero:

Búsqueda de Hechos Estudio del Sistema de Administración de Puentes en Chile

Un estudio similar a este fue implementado en Chile con la ayuda de Japón entre los años 1991 y 1993. De manera que se logre una mayor ventaja de los resultados de éste estudio previo y que se promueva un entendimiento común para la dirección y los resultados de éste estudio, cuatro miembros del equipo de estudio incluyendo un intérprete, cinco personeros incluyendo tres ingenieros de puentes del MOPT y CONAVI del lado de Costa Rica, y también el Director Ejecutivo, por ejemplo el CONAVI se costeo su viaje, realizaron una visita a Chile para examinar el estado actual del mencionado estudio, su puesta en práctica y de cómo se han ocupado del asunto, etc.

Programa de Entrenamiento de la Contraparte JICA en Japón

Este comenta que la contraparte de JICA tomo un entrenamiento como parte de este estudio, el cual da un aprendizaje factible del mantenimiento de puentes en Japón. Esta dirigido a obtener los efectos suplementarios y amplificar la efectividad en el entrenamiento técnico y diseminación de transferencia técnica. El programa de curso comprendió una variedad de conceptos de la administración, particularmente el mantenimiento de puentes, hasta un estudio de casos específico del trabajo de rehabilitación/refuerzo del puente de cómo enterarse adecuadamente para el uso práctico de instrumentos de inspección experimentando visitas al sitio. Los programas fueron implementados a todo lo largo del período de capacitación dando conferencias y a base de práctica “de participación activa”. Los ingenieros debidamente han estado certificados y han concluido programa entero y experimentado experiencias.

6) Seminario Internacional Plan-Puebla-Panamá

MOPT/CONAVI/JICA están enterados de la importancia del Plan Puebla Panamá (PPP) para

el desarrollo de estrategias eso permite la modificación y actualización de los ocho países incluidos en el Plan, a través de esta iniciativa que contribuirá a la integración y al desarrollo sostenible de la Región Mesoamericana, esto a sido considerado apropiado para la organización del Seminario Internacional, lo cual es el principal objetivo por dar a conocer y buscar los mecanismos del calculo de los resultados del Estudio que contribuyan al desarrollo de las capacidades de planificación, rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes de los países del PPP. El Seminario se ha contemplado para Diciembre 11, 2006 en San José, Costa Rica.

Los 8 países del PPP participan en este Seminario. Cada paísSAEPorta a dos personeros que están a cargo de los Servicios de Infraestructura Vial y del Mantenimiento y Planificación, inclusive. La experiencia de los ingenieros de puentes no limitada al Mantenimiento de Puentes requiere de un personero técnico y la experiencia en la Planificación es para otro personero administrativo.

El Seminario está enfocado a dos temas principales que constan del programa del DC que la contraparte utilizara en el futuro, y los aspectos técnicos de Administración de Puentes. Una sesión con presentaciones bases esta tomada y un taller se combina con la sesión. Todas las sesiones son, inicialmente, bajo la dirección de los Ingenieros y Personeros de la Contraparte a fin de que el equipo de Estudio realice un papel de consejeros técnicos.