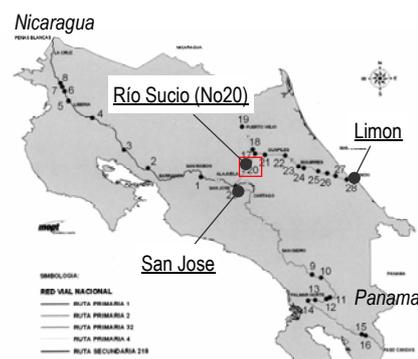


13.4 Resultados del Costo Social y Beneficios en cada Puente

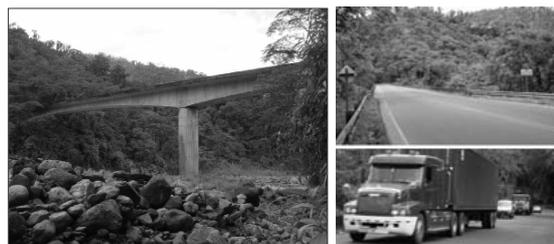
A continuación se muestra los detalles de los resultados de los Costos Sociales y los Beneficios tales como el Río Sucio en la Ruta 32 (Puente No. 20) y el Río Aranjuez en la Ruta No. 1 (Puente No.2) y luego se muestra el resumen de los resultados de los 10 Puentes seleccionados.

1) Río Sucio en la Ruta 32 (Puente No20)

El Río Sucio está ubicado en la Ruta 32 que conecta a San José con Limón y es una vía importante para la distribución internacional al usar el puerto de Limón y en el bosque nacional (Fotografía a la derecha). Por lo tanto, este puente tiene un papel muy importante para las vías nacionales e internacionales. En los resultados del estudio de volumen de tráfico en el 2002, el número promedio de vehículos que pasan por día es de 8,360 vehículos que incluyen el 20.2% de vehículos de 5 ejes. La tasa de Aumento anual es de un 4% o 5%.



El puente es de cajón de concreto y ya han pasado alrededor de 30 años desde su construcción.



La ruta de desvío se discutió en el punto 13.2.1. 3) si este puente se cae, los vehículos livianos se deberían de desviar por otra ruta (R.126 a la R.4) mientras que los vehículos pesados tendrían que esperar hasta que abra de nuevo.

Figura 13.4.1. Río Sucio (R.32)

De acuerdo a los resultados del inventario y la inspección detallada, el “no realizar” que los trabajos de rehabilitación y reforzamiento no conducirían a este puente y se asume a continuación;

Tabla 13.4.1. Situación “no realizar” para el Río Sucio

Situación No.	Detalles de las Situaciones			Influencia para aspectos sociales
	Partes	Resultados	año	
No 1	Viga Principal Sistema de Cubiertas	Aumento del area dañada ⇒ No se puede pasar	Dentro de 30 años	1. Cierre del tráfico: 30 días Para la construcción del Puente provisional 2. No se suspende Durante el reforzamiento de la viga principal y el reemplazo del sistema de cubiertas que usa el Puente provisional
No 2	Pila	Incremento de la Deficiencia del área transversal ⇒ Reducción de la Resistencia por Terremoto ⇒ Colapso de las Pilas por el Terremoto	Dentro de 50 año	1. Cierre del Tráfico: 30 días Para preparar el Puente tipo Bailey 2. No se suspende Durante la reconstrucción del nuevo puente

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Después de que se da la situación previa, cada costo social se calcula. La situación No. 2 es causada por un terremoto por lo que el costo social se estima como 1/50 del costo por año que se ve afectado por el cierre del tráfico por 30 días.

Por otro lado, durante la rehabilitación y reforzamiento de este puente se identifican por el equipo de estudio. Durante este trabajo, la restricción del tráfico se estima como la restricción del tráfico en una dirección para cada 100 días en la longitud de cada 100m para mantener el flujo del tráfico.

Los resultados de los costos sociales y los beneficios para el Río Sucio se describen a continuación, El beneficio social neto será de 564 millones de colones en el 2007. La apariencia de estos costos y beneficios se va continuación.

Tabla 13.4. 2. Situación para “no realizar” para el Río Sucio

Unidad: Millones de Colones

Ítem	Cantidad en 30 años	Precio 2007 Taza de Descuento = 12 %	Nota
Costos Sociales			
Restricción del Tráfico durante la Rehabilitación y Reforzamiento	16	16	- Restricción de tráfico en 1-Dir: 100 días - En 2007
Beneficios Sociales			
<u>Situación 1</u> Deficiencia de la Superestructura	4,130	153	- Cierre del Tráfico: 30 días - En 2036
<u>Situación 2</u> Terremoto	1,818	427	- Cierre del Tráfico: 30 días - En el 2008 al 2036 con una probabilidad 1/50
Total	5,921	580	
Beneficios Sociales Neto	5,905	564	- Beneficios – Costos

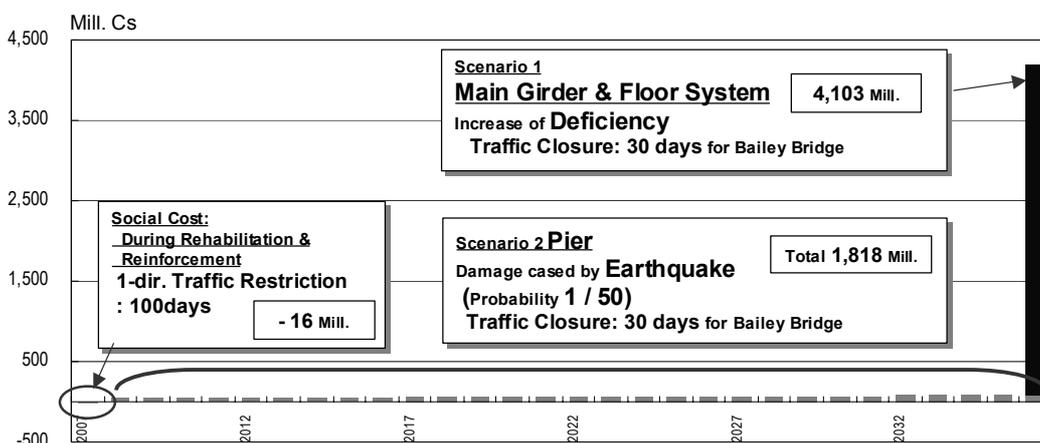
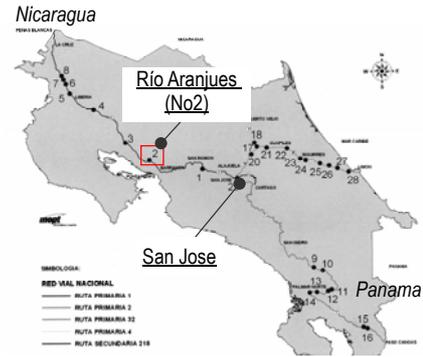


Figura 13.4.2. Apariencia de los Costos Sociales y lo Beneficios para el Río Sucio (R.32)

2) Río Aranjuez (R.2)

El Río Aranjuez está ubicado en la Ruta 1, a unos ***km lejos de San José (ver imagen de la derecha). Por lo que este puente tiene un papel muy importante para las vías internacionales. En los resultados de los estudios del volumen de tráfico en el 2002, el número promedio de vehículos que pasa en un día es de 8,360 vehículos que incluye un 20.2% de vehículos de 5 ejes. La tasa de aumento anual es de 4 o 5%.



El Puente es de tipo de cercha de acero y han pasado alrededor de 50 años desde su construcción.



Sólo hay una posibilidad para desvío “CUATRO CRUCES ~ PITAHAYA” a través de la Ruta 604 y la Carretera Regional para vehículos livianos únicamente después de los resultados del estudio de entrevistas del MOPT.

Figure 13.4.3. Río Aranjuez (R.2)

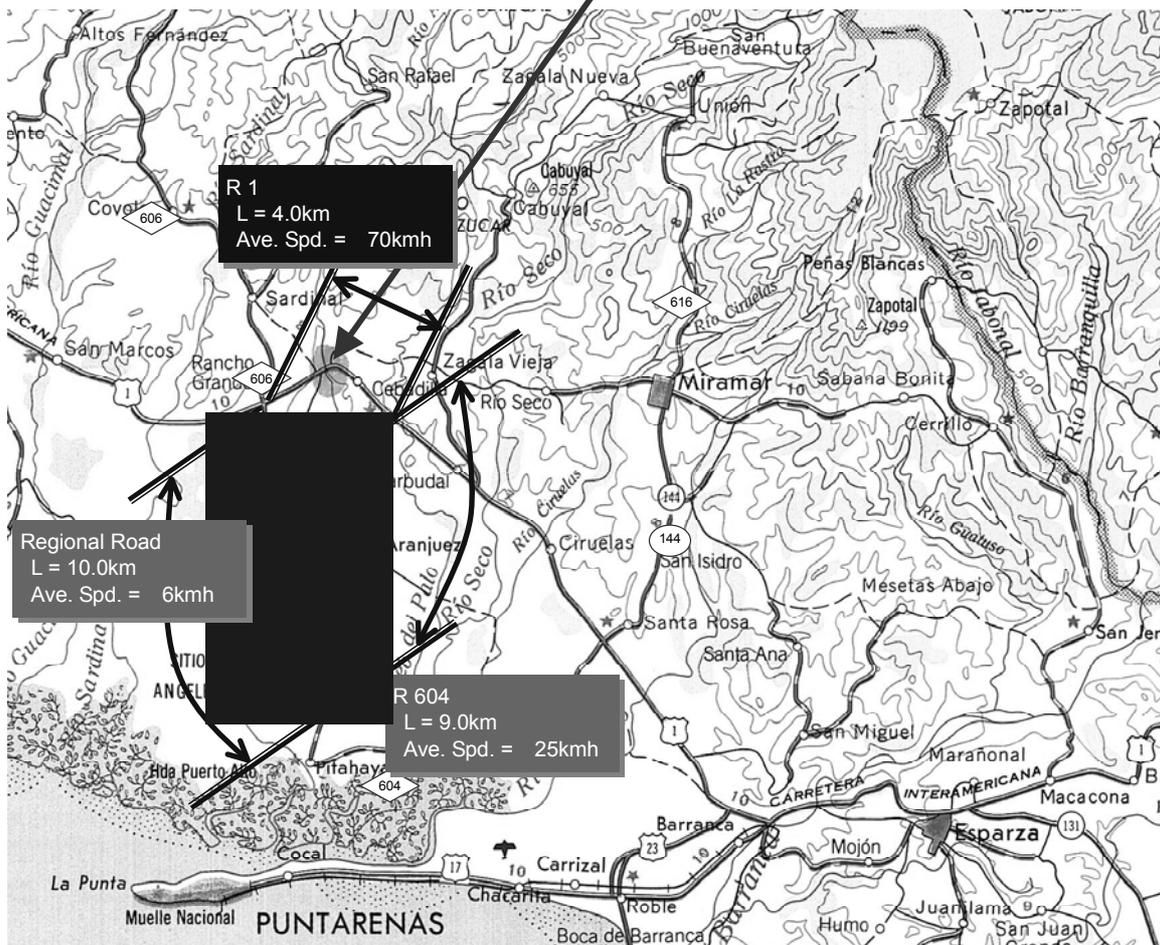


Figura 13.4.4. Ruta de Desvío para el Río Aranjuez (R.2)

De acuerdo a los resultados del inventario y la inspección detallada, el “no realizar” de los trabajos de rehabilitación y reforzamiento se asumen no conducirán al puente:

Tabla 13.4.3. Situación “no realizar” para el Río Aranjuez

Situación No.	Detalles de la Situación			Influencia para los aspectos sociales
	Partes	Resultados	año	
No 1	Losa Sistema de Cubiertas	Incremento del Área Dañada ⇒ No se puede pasar	Dentro de 10 años	1. Cierre del tráfico: 20 días Para rehabilitación emergente de la losa 2. Restricción del tráfico en 1-dir.: 100 días Durante el reforzamiento y reemplazo de la Viga principal.
No 2	Viga Principal	Incremento del Deterioro & Pintura ⇒ Reducción del Área Transversal	Dentro de 20 años	1. Cierre del tráfico: 1 día Durante el reforzamiento y reemplazo de la Viga principal.
No 3	Viga Principal	Incremento de la Carga Viva acumulada ⇒ Fatiga alrededor de las conexiones	Dentro de 30 años	1. Cierre del tráfico: 1 día Durante el reforzamiento y reemplazo de la Viga principal.
No 4	Pila	Terremotos ⇒ Daño de las Pilas debido a terremotos	Dentro de 30 años	1. Restricción del tráfico 1-dir.: 3hrs. 7días Para la rehabilitación de emergencia de las pilas
No 5	Pila	Terremotos ⇒ Las pilas colapsan y el Puente se cae.	Dentro de 50 años	1. Cierre del tráfico: 30 días Para preparar el Puente tipo bailey 2. No se suspende Durante la reconstrucción del nuevo puente

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Después de aplicar la situación anterior, se ha calculado cada costo social. La situación No4 y 5 son causados por los terremotos por lo que el costo social se estima como 1/30 o 1/50 del costo de cada año afectado por la influencia al tráfico.

Por otro lado, durante la rehabilitación y el reforzamiento de este puente el equipo de estudio JICA identifica..... Durante estos trabajos, las restricciones de tráfico se estiman como restricciones de tráfico en 1-dirección para 100 días.

Los resultados de los costos sociales y los beneficios para el Río Aranjuez se describen a continuación. El beneficio social neto será de 604 millones de colones en el año 2007. Estos costos y beneficios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 13.4.4 Situación para el Río Aranjuez en caso de “no realizar”

Unidad: Millones de Colones

Ítem	Cantidad en 30 años	Precio 2007 Taza de Descuento= 12 %	Notas
Costos Sociales			
Restricción del tráfico durante la rehabilitación y reforzamiento	10	10	- Restricción del tráfico 1-dir.: 100 días - En el año 2007
Beneficios Sociales			
<u>Situación 1</u>			
Deficiencia de la Superestructura	1,020	368	- Cierre del tráfico: 20 días - Restricción del tráfico 1-dir.: 100 días - En el año 2016
<u>Situación 2</u>			
Deficiencia de la Superestructura	54	6	- Cierre del tráfico: 1 día - En el año 2026
<u>Situación 3</u>			
Deficiencia de la Superestructura	76	3	- Cierre del tráfico: 1 día - En el año 2036
<u>Situación 4</u>			
Deficiencia de la Superestructura	0.021	0.005	- 1-dir. Restricción del tráfico: 3hrs. 7 días - Del año 2008 al año 2036 con una probabilidad 1/30
<u>Situación 5</u>			
Terremoto	1,007	237	- Cierre del tráfico: 30 días - Del año 2008 al año 2036 con una probabilidad 1/50
Total	2,157	614	
Beneficios Sociales Netos	2,147	604	- Beneficios – Costos

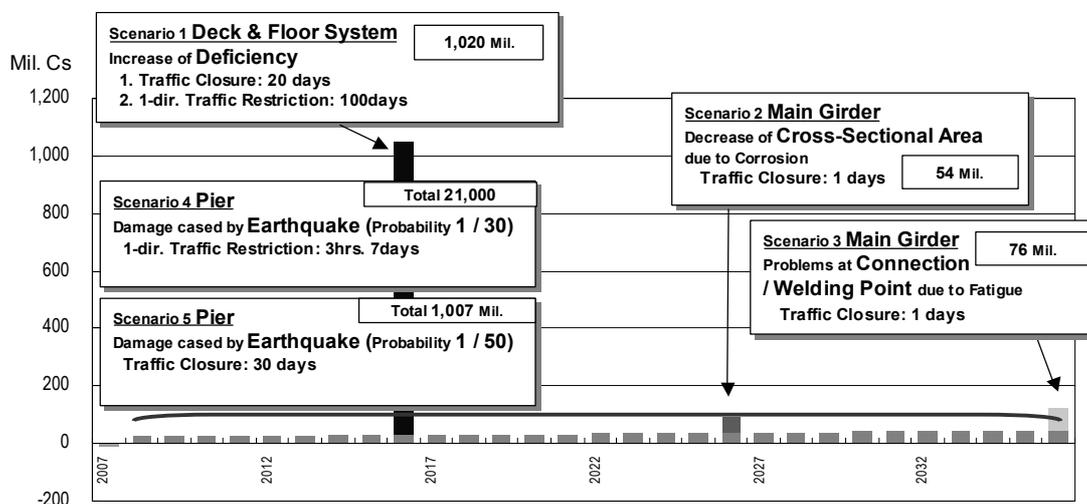


Figura 13.4.5. Apariencia del Costo Social y Beneficios para el Río Sucio (R.32)

3) 10 Puentes Seleccionados

Se usa en el mismo contexto anterior, cada resultado de los beneficios sociales netos para los 10 puentes seleccionados se resumen en la siguiente figura. La comparación de los de Beneficios Sociales Netos para los 10 Puentes se muestra a continuación. El río Abangares (Puente No.3) y el Río Chirripó (Puente No.26) tiene más valor de beneficio social para la

rehabilitación y reforzamiento entre estos puentes. Estos están en la Ruta 1 y la ruta 32 que son las vías importantes para el transporte internacional y no son redundantes para la red vial. De la siguiente sección, la evaluación económica para la rehabilitación y el reforzamiento serán tratadas al usar el costo del trabajo y los beneficios para encontrar el EIRR y B/C.

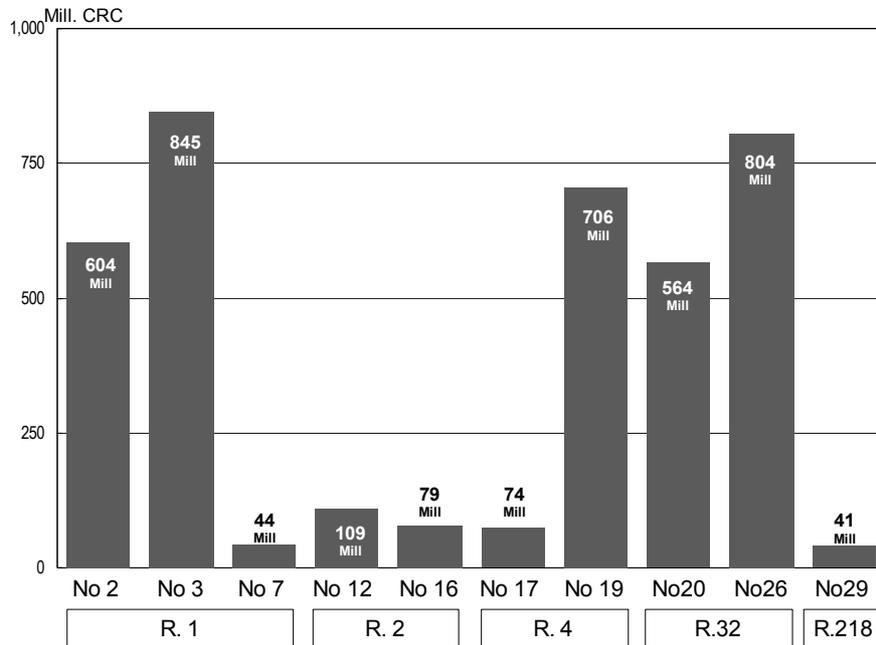


Figura 13.4.6. Resultados de los Beneficios Sociales para los 10 Puentes Seleccionados

13.5 Costo del Trabajo para cada Puente

13.5.1 Suposiciones para la Evaluación Económica

El costo del proyecto para la rehabilitación y el reforzamiento ha sido estimado en el Capítulo 12. En la evaluación económica, el precio se debe de convertir como el costo económico del costo financiero. Para los componentes del proyecto adquiridos en Costa Rica, no se necesita el factor de conversión, ya que se asume que el mercado es competitivo para estos recursos ya que estos no tienen un impacto en las exportaciones/importaciones. Para los recursos que se pueden intercambiar, se usa el factor de conversión estándar 0.83³ de los precios de los colones (Cs). Todos los impuestos se excluyen de los costos económicos. Ya que el costo del proyecto incluye el 13% de los impuestos de venta en este estudio, se multiplica por 0.87 para la deducción de impuestos. Después de la deducción de impuestos, se han resumido las suposiciones resumidas en la siguiente tabla, las cuales son utilizadas para la evaluación del costo económico.

Tabla 13.5.1. Suposiciones del la Evaluación del Proyecto del Costo Económico

Tipo de Costo		Suposiciones	Precio Virtual
Costo de Construcción	Solo del trabajo	- **: Equipo y Material que se puede intercambiar	- Multiplicado por 0.83 de SCF
		- **: No se puede intercambiar	- No,
Costo de Labor	Para la construcción	- **: Labor calificada	- No, debido al Mercado competitivo
	Para O&M	- **: Semi-calificada/ no calificada	- No, debido a ****
Servicio de Ingeniería		- **: Se puede intercambiar	- Multiplicado por 0.83 de SCF
		- **: no se puede leer	- No,

Los costos de Operación y Mantenimiento son tomados en consideración en “realizarse”. Y los costos del trabajo tales como la recuperación, rehabilitación, reforzamiento, la preparación del Puente tipo Bailey y los costos de reconstrucción para cada situación en “no realizar” se estiman como los beneficios de este proyecto.

La tasa de cambio de la moneda se usa como “1USD=515.8CRC⁵, 1USD = 116.91JPY y 1JPY = 4.41CRC” estimado en 12.2.2 (1). La CRC se toma para la evaluación económica.

13.5.2 Resultado del Costo de Trabajos para cada puente

En la siguiente tabla se muestra el costo bruto de los ítems de mantenimiento y la recuperación de una emergencia o trabajo de reconstrucción en “no realizar”. Cada ítem para el costo de rehabilitación y reforzamiento en “realizar” deberá ser diferente debido a la condición y situación del puente.

³ El Factor de Conversión estándar de quitar el precio virtual se toma como 0.83 de los resultados de la entrevista a los consultores locales y economistas de la Universidad de Costa Rica. Las investigaciones más antiguas en la “Evaluación Económica, elaborado por la Dirección de Planificación del MOPT en 1980” se tomo como 0.90.

⁴ El salario para el trabajo semi-calificado/calificado en los reglamentos del MOPT y CONAVI es el mismo monto bajo la Ley Nacional del Trabajo

⁵ CRC = Colones costarricenses, JPY = Yen japonés, USD = Dólar de Estados Unidos

Tabla 13.5.2. Costo Bruto de cada Ítem

	Items	Unit Cost	Note	
Inspection	Periodic	31,000.00	CRC/Bridge	
	Detail	168,000.00	CRC/Bridge	
Maintenance	Re-Painting	101.80	USD/m ²	
	Repair for Floor System (Injection)	10.28	USD/m (crack length)	
	FRP Bounding	308.75	USD/ m ² ; 2-Layer	
	Sup. - St.	9.57	USD/ m ²	
	Expansion Joint Replacement	1,139.25	USD/ m	
	Asphalt Paving	11.50	USD/ m ²	
	Water Proofing	105.30	USD/ m ²	
	Sub - St.	20,000.00	USD/ pier ; Bridge No17	
	Rolling Stone Protection	48,000.00	USD/ pier ; Bridge No20	
	Protection for Scouring (Gabion)	230.18	USD/ m ; 2m*1m*1m	
Emergency Recovery	Deck Slab	1,500.00	USD/ m ² ; Bailey Bridge (1-span)	
	Floor System	**	USD ; Each Project Cost ; Bridge No 2, 3	
	Slab Replacement	602.04	USD/ m ² , BMS009 ; Bridge No12,19,20,26	
	Main Girder	***	USD ; Each Project Cost ; Bridge No2, 3, 7, 16, 17, 26, 29	
	Member Addition Cover Plate Fixing, Steel Plate Bonding, Steel Plate Replacement	9,162.28	USD/ m ² , BMS014 ; Bridge No12	
	Reinforcement	***	USD, 1.50 times of Concrete Jacketing	
	Pier	Urgent Repair Work	***	USD, 1.50 times of Concrete Jacketing
	Bailey Bridge	Preparation & Construction	1,500.00	USD/ m ² / lane
Re-construction		2,000,000.00	USD/ 50m-span Bridge	

Los resultados de estos en cada Puente se han resumido en el Apéndice-14.5.

13.6 Evaluación Económica

13.6.1 Rango de Retorno Interno Económico (RRIE) y Valor Neto Actual (VNA)

El resultado del Rango de Retorno Interno Económico (RRIE) para los 10 puentes seleccionados se muestra en la figura de abajo. Esta indefinida dado a que 8 de los puentes los cuales sus RRIE son mayores al 20% y hay proyectos factibles para la rehabilitación y refuerzo dentro del contexto economico nacional. Aunque dos puentes (Puente Azufrado (No.7) y Puente Chirripó (No.12) es menor a 20% del RRIE es peligroso decir que esos puentes no necesitan rehabilitación y refuerzo porque su RRIE fue calculado a base de varias suposiciones.

El Valor Neto Actual (VNA) fue calculada para 8 puentes usando 12% de rango , excepto los dos puentes que tuvieron menos de 20% de RRIE. Los resultados se muestran abajo. Como los resultados del VAN, ordenados del mayor al menor son para el Puente sobre el Río Chirripó (No.26), Puerto Nuevo (No.12), y para el Puente Sucio (No.20) Esos resultados muestran el orden de importancia/beneficio para la rehabilitación y refuerzo desde el punto de vista de la economía nacional.

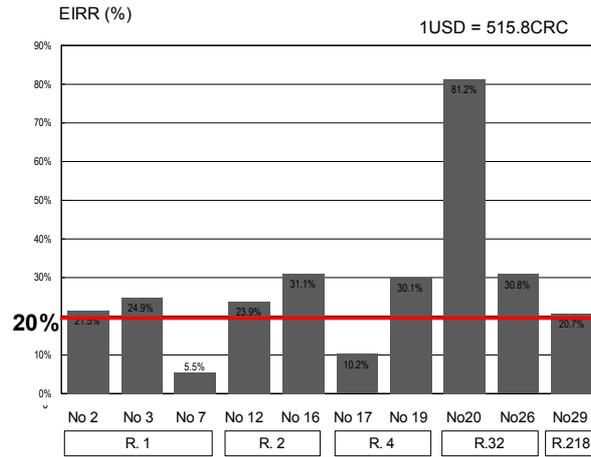
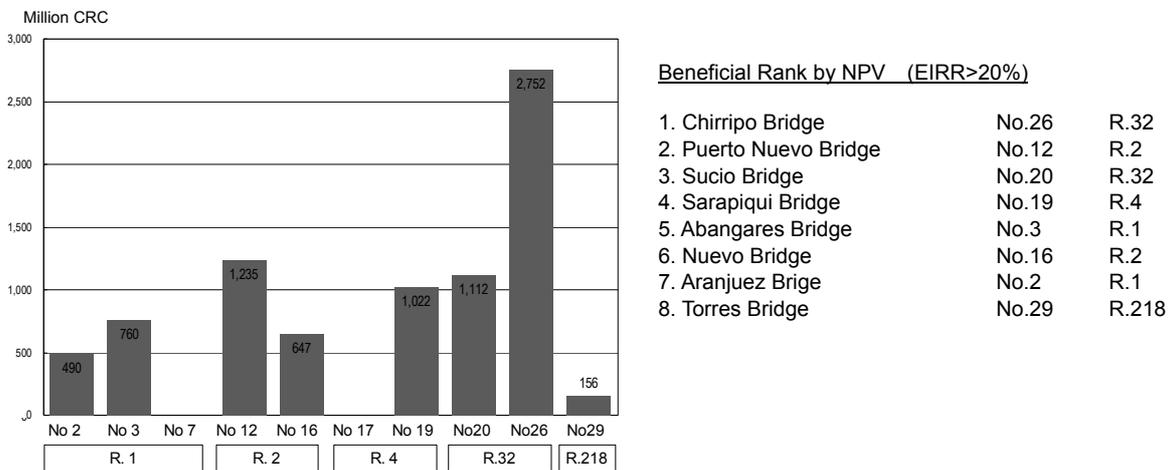


Figura 13.6.1. Resultados del RRIE



Beneficial Rank by NPV (EIRR>20%)

1. Chirripo Bridge	No.26	R.32
2. Puerto Nuevo Bridge	No.12	R.2
3. Sudio Bridge	No.20	R.32
4. Sarapiqui Bridge	No.19	R.4
5. Abangares Bridge	No.3	R.1
6. Nuevo Bridge	No.16	R.2
7. Aranjuez Brige	No.2	R.1
8. Torres Bridge	No.29	R.218

Figura 13.6.2. Resultados del VNA, Rango de Beneficio para Rehabilitación & Refuerzo

El escenario del Puente Chirripó (No.26) que es el de VNA se muestra en la tabla de la siguiente pagina y su costo/beneficio se muestra en la Tabla 13.6.1

Tabla 13.6.1 Escenario del Puente Chirripó (No.26)

Costo	Rehabilitación y Refuerzo	Losa de Concreto (Adherencia de FRP), Sistema de Prevención de Asiento (Ensanche de Asiento de Puente, Sistema de Conexión), Junta de Expansión (Instalación Nueva), Pavimento Asfáltico e Impermeabilización, Pila (Incremento de la Altura de la Viga Cabezal, Fundación (Ensanche Fundación) (Social: 1-dir. Cierre de Vías 100days)
	Mantenimiento	Inspección de Rutina (cada 5 años) Inspección detallada (Cada 10 años) Reparar sistemas de piso (Inyección), Sobrecapas de pavimento, reemplazar juntas de expansión, pavimento asfáltico e impermeabilización, protección de pilas
Beneficio	Escenario 1	Antes de 15 años. No Transitable debido al Incremento de la Deficiencia (Losa) Costo Social : Suspensión de Tráfico por 30 días Costo de Trabajo: Construcción de puente bailey, Reemplazo de losa
	Escenario 2	Antes de 20 años, Falta del Área de Sección Transversal debido a deterioro de pintura & corrosión (Viga Principal) Costo Social : 1-dir. Cierre de Vías 3hrs. 7 días Costo de Trabajo: Reemplazo de Placa de Acero
	Escenario 3	Antes de 30 años, Daño por Grietas alrededor de las conexiones debido a fatiga (Viga Principal) Costo Social: Suspensión de Tráfico 24hrs. & : 1-dir. Cierre de Vías 3hrs. 7días Costo de Trabajo: Arreglo de Cubre Placa
	Escenario 4	Dentro de 30 años, Desprendimientos en la Viga Principal de Tramos laterales debido a sismo Costo Social: Suspensión de Tráfico 30 días Costo de Trabajo: Construcción de Puente Bailey & Re-construcción

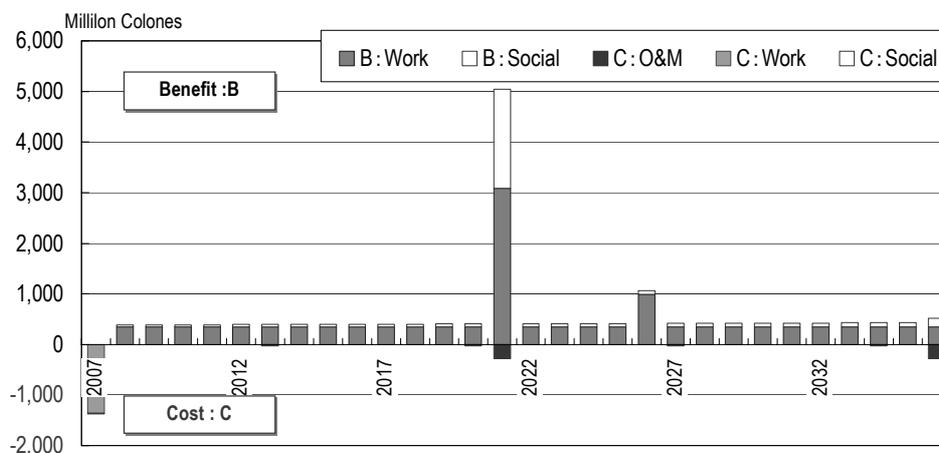
Tabla 13.6.2. Tabla de Costo/Beneficio para el Puente Chirripó (No.26)

Unit: CRC, 1USD = 515.8CRC

year	Costs				Benefits		Results	
	Work		Social	Total Cost (A)	Work	Social	Total Benefit (B)	Net Benefit (B-A)
	Rehabil. & Renf.	Maintenance	Traffic Rest.		Scenario 1 to 5	Scenario 1 to 5		
1 2007	1,355,277,221		11,437,992	1,366,715,214			-1,366,715,214	
2 2008				0	343,814,571	41,049,885	384,864,456	
3 2009				0	343,814,571	42,732,137	386,546,708	
4 2010				0	343,814,571	44,414,388	388,228,959	
5 2011		31,000		31,000	343,814,571	46,096,640	389,911,211	
6 2012				0	343,814,571	47,778,891	391,593,462	
7 2013		25,619,012		25,619,012	343,814,571	49,461,142	393,275,713	
8 2014				0	343,814,571	51,143,394	394,957,965	
9 2015				0	343,814,571	52,825,645	396,640,216	
10 2016		168,000		168,000	343,814,571	54,507,897	398,322,468	
11 2017				0	343,814,571	56,190,148	400,004,719	
12 2018				0	343,814,571	57,872,399	401,686,970	
13 2019				0	343,814,571	59,554,651	403,369,222	
14 2020		25,619,012		25,619,012	343,814,571	61,236,902	405,051,473	
15 2021		283,132,225		283,132,225	3,088,479,607	1,950,493,762	5,038,973,369	
16 2022				0	343,814,571	64,601,405	408,415,976	
17 2023				0	343,814,571	66,283,656	410,098,227	
18 2024				0	343,814,571	67,965,908	411,780,479	
19 2025				0	343,814,571	69,648,159	413,462,730	
20 2026		168,000		168,000	989,167,656	71,331,369	1,060,499,024	
21 2027		25,619,012		25,619,012	343,814,571	73,012,662	416,827,233	
22 2028				0	343,814,571	74,694,913	418,509,484	
23 2029				0	343,814,571	76,377,165	420,191,736	
24 2030				0	343,814,571	78,059,416	421,873,987	
25 2031		31,000		31,000	343,814,571	79,741,668	423,556,238	
26 2032				0	343,814,571	81,423,919	425,238,490	
27 2033				0	343,814,571	83,106,170	426,920,741	
28 2034		25,619,012		25,619,012	343,814,571	84,788,422	428,602,993	
29 2035				0	343,814,571	86,470,673	430,285,244	
30 2036		283,269,225		283,269,225	348,540,475	167,148,694	515,689,169	

EIRR = 30.8%

NPV at 12% = 2,752,424,784 Colones



13.6.2 Análisis de Sensibilidad

El resultado del Análisis de Sensibilidad se muestra abajo. Muestra la sensibilidad ante el incremento de costos o el decrecimiento de beneficios no muy alto, por tanto, el cambio del valor de costo es 2.8 veces que el basado, y el cambio en el valor del beneficio es 0.3 veces el basado. Nótese que el RRIE se reducirá del 30.8% al 27.0% si los beneficios de los costos sociales no se toman en consideración en esta evaluación. En este contexto, el VNA se reducirá también de 2,752 millones de colones a 1,948 millones de colones. Es más, los resultados para el puente Aranjuez (No.2) se muestran en la tabla de abajo.

Tabla 13.6.3. Escenario para Puente Chirripó (No.26)

Escenario		RRIE	VNA (millones CRC)	Valor de Cambio
Costo	+10%	28.4%	2,607	Base * 2.8877
	+20%	26.4%	2,461	
Benefici	-10%	28.2%	2,331	Base * 0.3463
	-20%	25.2%	1,910	

RRIE: 30.8%, VNA: 2,752 million CRC

Tabla 13.6.4. Escenario para Puente Aranjuez (No.2)

Escenario		RRIE	VNA (millones CRC)	Valor de Cambio
Costo	+10%	19.8%	431	Base * 1.8297
	+20%	18.4%	372	
Benefici	-10%	19.7%	382	Base * 0.5465
	-20%	17.7%	274	

RRIE: 21.5%, NPV: 489 million CRC

Como referencia, se lleva el análisis de sensibilidad para el Puente Azufrado (No.7) el cual tiene el RRIE más bajo (5.5%). Este es obtenido cuando el RRIE es igual a 12.0% el costo debe reducirse 0.27 veces al base o el beneficio debe incrementarse 2.89 veces al basado.

Tabla 13.6.5. Escenario para Puente Azufrado (No.7)

Escenario		RRIE	VNA (millones CRC)	Valor de Cambio
Costo	+10%	5.0%	-143	Base * 0.2758
	+20%	4.4%	-162	
Benefici	-10%	4.9%	-131	Base * 2.8997
	-20%	4.2%	-137	

EIRR: 5.5%, NPV: -124 million CRC

CAPÍTULO 14 ADMINISTRACIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

14.1 Sistema de Información Existente para Vías y Puentes

14.1.1 Organización Existente para la Administración de la Información

1) División de Planificación del MOPT

La información de las carreteras nacionales, las vías regionales, los puentes y los puertos marinos es administrada y utilizada por la Dirección de Planificación del MOPT. Estos datos de inventario y de inspección se utilizan elaboración de un plan anual del mantenimiento de la infraestructura.

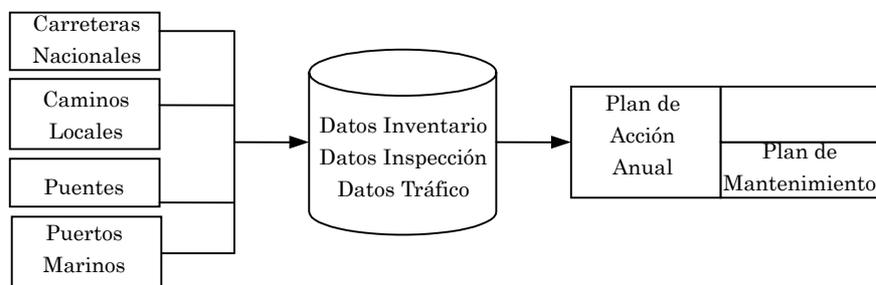


Figura 14.1.1. Administración de la Información de las Vías

2) Departamento de Puentes del MOPT

El apoyo técnico la planificación, el diseño y la inspección de los puentes se realiza en el Departamento de Puentes en el MOPT. El departamento mantiene los planos de los puentes y utilizan solamente los datos de inventario de la Dirección de Planificación.

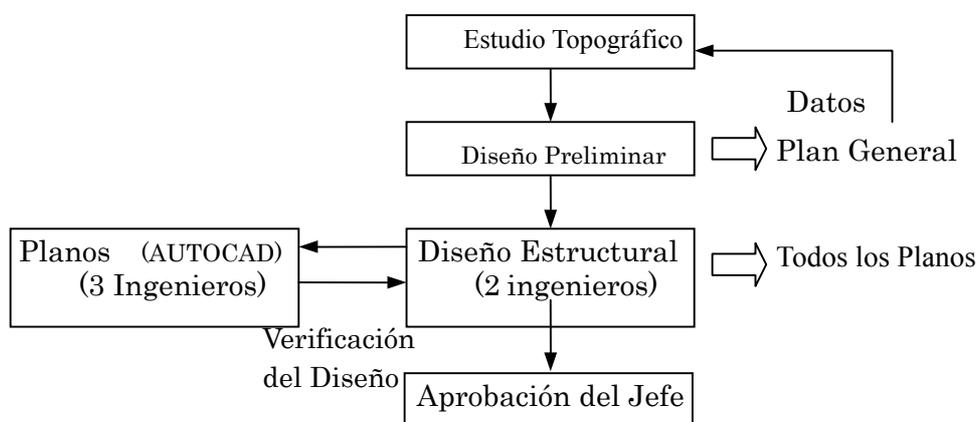


Figura 14.1.2. Flujo de Información en el Departamento de Puentes

Actualmente quinientos puentes son inspeccionados anualmente con base en un manual de inspección, esta inspección es realizada por los inspectores de la Dirección de Planificación. Sin embargo, los inspectores actuales no son ingenieros de puentes y el Departamento de Puentes no hace uso de esta información. CONAVI y los gobiernos locales realizan las inspecciones de puentes y sus resultados incluyen los comentarios y fotografías que son enviados al Departamento de Puentes. El Departamento de Puentes brinda apoyo técnico a CONAVI y a las municipalidades basándose en esta información.

3) CONAVI y Gobiernos Locales

Tanto en CONAVI como en las municipalidades cuentan con ingenieros en carreteras pero no existen ingenieros especialistas en puentes. Por lo tanto, el Departamento de Puentes en el MOPT les brinda asesoría técnica. CONAVI selecciona cuales vías necesitan reparación y hace los contratos para la construcción basada en un plan de acción anual preparado por la Dirección de Planificación del MOPT.

14.1.2 Sistema de Administración y Desarrollo

1) MOPT

Existen dos departamentos en el MOPT que pueden formar parte del desarrollo del sistema y su administración. Actualmente el Departamento de Informática administra todo el sistema de red en el MOPT y el Departamento de Planificación administra los sistemas en la División de Obras Públicas. Los sistemas están desarrollados por los ingenieros del MOPT sin ningún tipo de ayuda externa. La organización y responsabilidades en la administración del sistema de red son las siguientes:

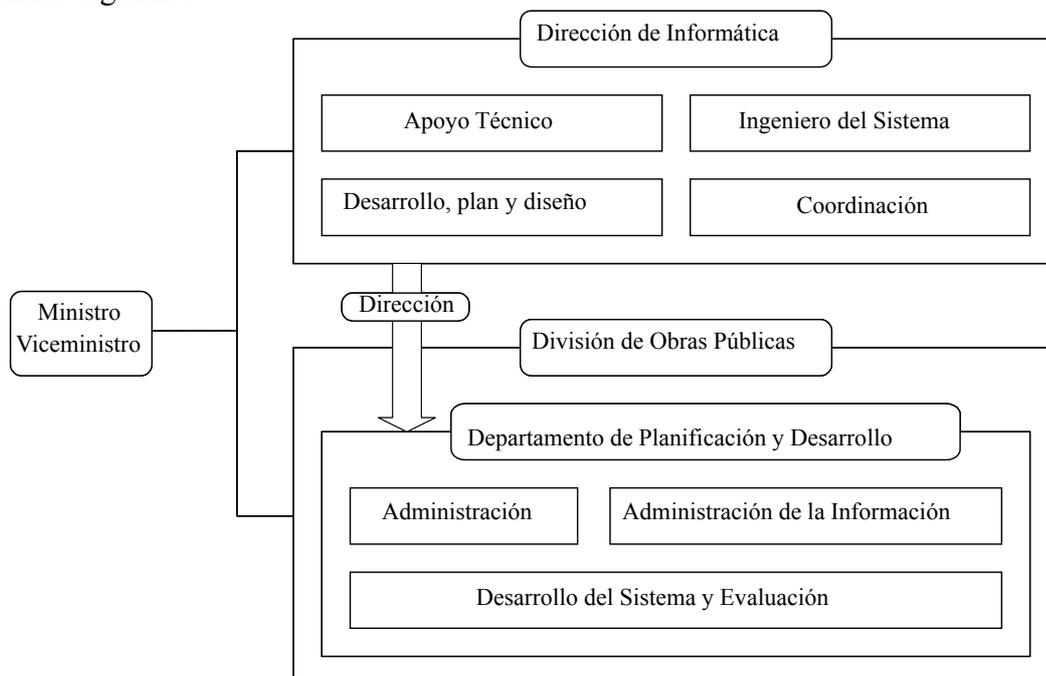


Figura 14.1.3. Organización del Desarrollo y Administración del Sistema

Existen dos trabajos principales para el desarrollo y la administración del sistema, los cuales son:

- Soporte Técnico: Mantener el hardware y el software y administrar la red incluyendo la compra de computadoras personales para el equipo del MOPT.
- Ingeniería del Sistema: Analizar, desarrollar y mantener el Sistema de Información.

2) CONAVI

El Departamento de Informática en CONAVI actualmente desarrolla y administra los sistemas de información. El departamento logra esto con ayuda externa o el trabajo de los ingenieros que laboran ahí. Además tienen a su cargo la administración y el mantenimiento de varios sistemas de información y la compra de equipo para su funcionamiento. La mayoría de los sistemas en el CONAVI los utiliza el Departamento de Asuntos Generales, el sistema de administración para carreteras y puentes es estudiado y desarrollado por el Departamento de informática. La organización de CONAVI se muestra en la Figura 14.4

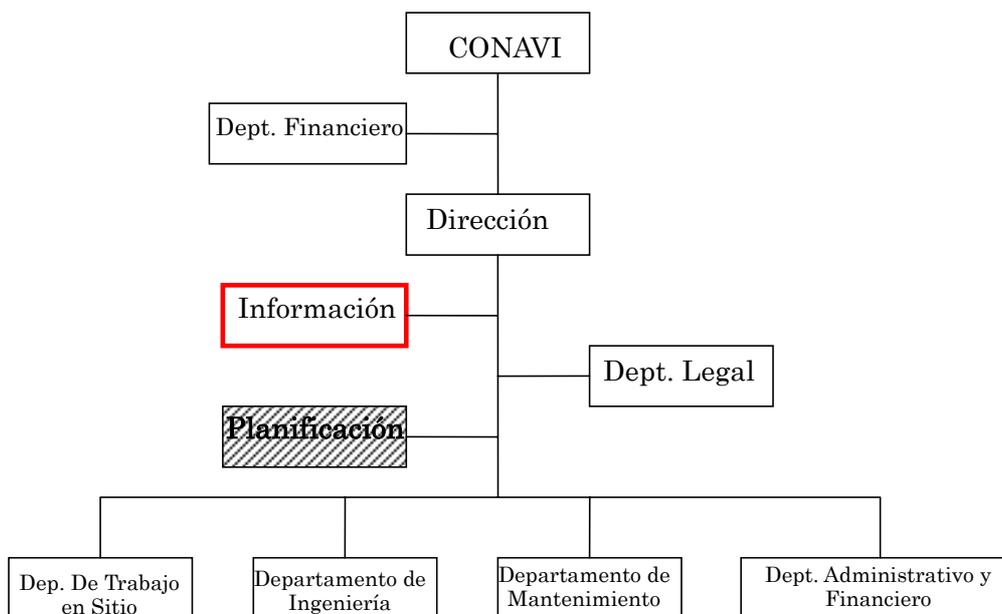


Figura 14.1.4. Organización de CONAVI

14.1.3 Resumen del Sistema Existente

1) MOPT (División de Obras Públicas)

Los sistemas para carreteras y puentes que se utilizan en el MOPT se muestra en la Tabla-14.1. La administración de los datos de inventario para las carreteras y puentes como se mencionó anteriormente la realiza la Dirección de Planificación. Los datos son utilizados en el presupuesto anual de compras y además ayuda a la selección de las carreteras que necesitan mantenimiento.

2) CONAVI

Los Sistemas de información que CONAVI mantiene se muestran en la Tabla-14.2. Existe un sistema visual del inventario. Al usar GIS (ArcInfo) para la administración de las carreteras y puentes. Los inventarios se establecen con base a la información del Departamento de Planificación del MOPT.

Tabla 14.1.1. Sistema de Inventario de la División de Obras Públicas en el MOPT

Objetivo	Sistema	Descripción	Desarrollado	Tiempo del Desarrollo	Notas
Vías Locales	SPEM	Sistema de mantenimiento para pavimentos. Un ingeniero de Alemania mantiene y apoya el sistema continuamente.	Alemania	1992-1993	Reemplazo del Sam que fue desarrollado en los ochenta.
Carreteras Nacionales	HDM4	Sistema de Administración de Pavimentos desarrollado por el Banco Mundial. Las funciones del Sistema son las siguientes: a. Análisis económico b. Priorizar la ubicación de carreteras para mantenimiento c. Prospectos para futuros deterioros.	Banco Mundial	-	
	DEDYROUTE	La información del pavimento se registra en la base de datos (DEDYROUTE) automáticamente al hacer la inspección de vehículos. Sin embargo, la inspección de vehículos no está funcionando actualmente y la información se registra de manera manual.			
	DESYSEMI	Este sistema se usa en lugar de DESYROUT. Se utiliza para la inspección de vehículos y otro vehículo se usa para la medición de vibraciones.	Francia	1996	
Puentes	DESYVISAGI	Sistema de base de datos que administra los datos registrados por DESYROUT, DESYSEMI			
	DBF (Data of Bridge File)	Versión reformada de un sistema desarrollado hace diez años en Francia. Se registran en el sistema las dimensiones del puente, los resultados de inspección. Se evalúa el deterioro de cada parte del puente con ocho grados basados en la inspección manual. Quinientos puentes se inspeccionan anualmente y todos los puentes deben ser inspeccionados en dos años. Las fotografías obtenidas en las inspecciones de sitio no son utilizadas.	MOPT	1996	Se aplica el Peso Promedio para cada parte del puente para evaluar el deterioro del puente

Tabla 14.1.2. Sistema de Inventario en CONAVI

No.	Sistema	Usuario	Adquirido	Lenguaje de programación	Sistema de Operación	Base de Datos	Ingenieros del Sistema
1	Bienes Fijos	Dirección Administrativa	Comprado	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	Oracle	Ayuda Externa
2	Sistema de Información Financiera (SIIF)	Dirección Administrativa	Desarrollado Internamente	Natural		Adabas	1
3	Administración de pagos	Dirección Administrativa	Desarrollado Internamente	Natural	OS-390	Adabas	1
4	Contabilidad	Dirección Administrativa	Comprado	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	Oracle	Ayuda Externa
5	Presupuesto	Dirección Administrativa	Desarrollado Internamente	Natural	OS-390	Adabas	1
6	Licitación	Dirección Administrativa/Proveedor	Desarrollado Internamente	Lotus Notes	Windows 2000 Server	Lotus Notes	1
7	Control de Órdenes (Almacenes)	Dirección Administrativa/ Proveedor	Desarrollado Internamente	Lotus Notes	Windows 2000 Server	Lotus Notes	1
8	Imágenes	Dirección Administrativa/ Proveedor	Comprado	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	SqlServer	Ayuda Externa
9	Página web	Dirección Administrativa/ Proveedor	Contratado	ASP	Windows 2000 Server		Ayuda Externa
10	Garantías	Dirección Administrativa /Proveedor	Desarrollado Internamente	Lotus Notes	Windows 2000 Server	Lotus Notes	1
11	Recursos Humanos (ERP)	Dirección Administrativa/Recursos Humanos	Donación	Power builder	Windows 2000 Server	SqlServer	Ayuda Externa
12	Listas	Dirección Administrativa/Recursos Humanos	Desarrollado Internamente	Natural	OS-390	Adabas	1
13	Administración de Equipo Móvil	Dirección Administrativa/Servicios Generales	Desarrollado Internamente	JAVA	Unix	DB2	3
14	Control de Correspondencia	Dirección Administrativa/Servicios generales	Desarrollado Internamente	Lotus Notes	Windows 2000 Server	Lotus Notes	1
15	Peticiones de servicio de vehículo	Dirección Administrativa/Servicios Generales	Desarrollado Internamente	Lotus Notes	Windows 2000 Server	Lotus Notes	1
16	Administración de proyectos (ERP)	Dirección de Trabajo	Desarrollado Internamente/Buys				

No.	Sistema	Usuario	Adquirido	Lenguaje de programación	Sistema de Operación	Base de Datos	Ingenieros del Sistema
17	Reajustes	Planificación y Control	Desarrollado Internamente	Natural	OS-390	Adabas	1
18	Costo del Trabajo	Planificación y Control	Desarrollado Internamente				
19	Sistema de información geográfica - GIS	Planificación y Control	Comprado	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	Dbase Access	Ayuda Externa
20	Control del alquiler de maquinaria	Conservación de Avenidas	Desarrollado Externamente	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	SqlServer	Ayuda Externa
21	Control en Acuerdos de la Junta de Directores	Secretaría de Actas	Contratado				
22	Control de Acceso Restringido	Comisión de Accesos	Desarrollado Internamente				
23	Inventarios - TRACK-IT (Escritorio de Ayuda)	Ciencias en computación	Comprado	Visual Basic 6.0	Windows 2000 Server	SqlServer	Ayuda Externa

Nota: Sistema de Información Geográfica –GIS es el sistema para Carreteras y Puentes

14.2 Desarrollo del Sistema de Informática

14.2.1 Medios del Desarrollo del Sistema de Informática

Los medios de desarrollo del programa de informática son diferentes en cada departamento por el uso del software. Los contenidos del sistema utilizado en el MOPT se muestran en la Tabla-14.3. Aproximadamente doscientos cincuenta (250) computadoras personales están asignadas al equipo de trabajo del MOPT y alrededor del 80% de las computadoras no llenan las especificaciones del Departamento de Informática del MOPT.

Por lo tanto, se prepara el presupuesto para la renovación de las computadoras y un conjunto de 170 computadoras personales se asignarán a las oficinas regionales. Los objetivos de la mejora de los medios del sistema de informática en las oficinas regionales es el modernizar las habilidades de los equipos de trabajo de las oficinas para adaptar el Sistema de Administración de Carreteras. Se planea una operación completa del Sistema de Administración de Carreteras y este se explica en este reporte en la Sección 14.2.4 Plan del Desarrollo del Sistema. Visual Basic es el lenguaje del desarrollo del sistema, el ArcInfo como el GIS software y el TCP/IP para el protocolo se adoptan fácilmente para el sistema de informática en el MOPT.

Tabla 14.2.1. Entorno del Desarrollo del Sistema

Ítem	Software	Descripción	Notas
Lenguaje	Visual Basic6.0	Un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft. El lenguaje se presenta como una herramienta especial de desarrollo que facilita la aplicación del software.	Común en cada Departamento
DBMS	Access2000,2003	Software de base de datos de Microsoft. Es parte de Microsoft Office « Jet Database Engine » y es capaz de conectar el Microsoft SQL Server u otras máquinas de bases de datos por ODBC	MOPT: Departamento de Informática (2000) CONAVI (2003)
	Visual Fox	Un software de base de datos para una base de datos de tamaño medio desarrollado por Microsoft para desarrolladores.	MOPT: Planificación
	ORACLE	Software de base de datos desarrollado por ORACLE.	CONAVI
	SQL Server7.0	Un software de base de datos para una base de datos de gran escala desarrollado por Microsoft. Este software se puede escalar y es fiable y es una base de datos de fácil administración.	MOPT: Informática CONAVI
GIS	ArcInfo	Un software GIS brindado por ESRI usado alrededor del mundo en el mercado GIS.	Común
Servidor	Windows2000Server	Un sistema de operaciones para servidores desarrollado por Microsoft.	Común
Computadoras Personales para el equipo de trabajo	CPU	Pentium 2.8Ghz ~ 3.4Ghz	Especificación de Computadores en el MOPT
	memory	512MB DDR SDRAM	
	monitor	17 pulgadas SVGA (1280×1050)	
	HDD	80GB SATA (7,200PRM)	
	OS	Windows XP Professional	
	Software	Office2003	

14.2.2 Entorno de Red

1) Red de Área Local (LAN) en la División de Obras Públicas

Las computadoras personales en la División de Obras Públicas están conectadas por cables de fibra óptica a través de un switch principal del servidor y están conectadas con la categoría 5 100 BASE (100Mbps) a través de Ethernet.

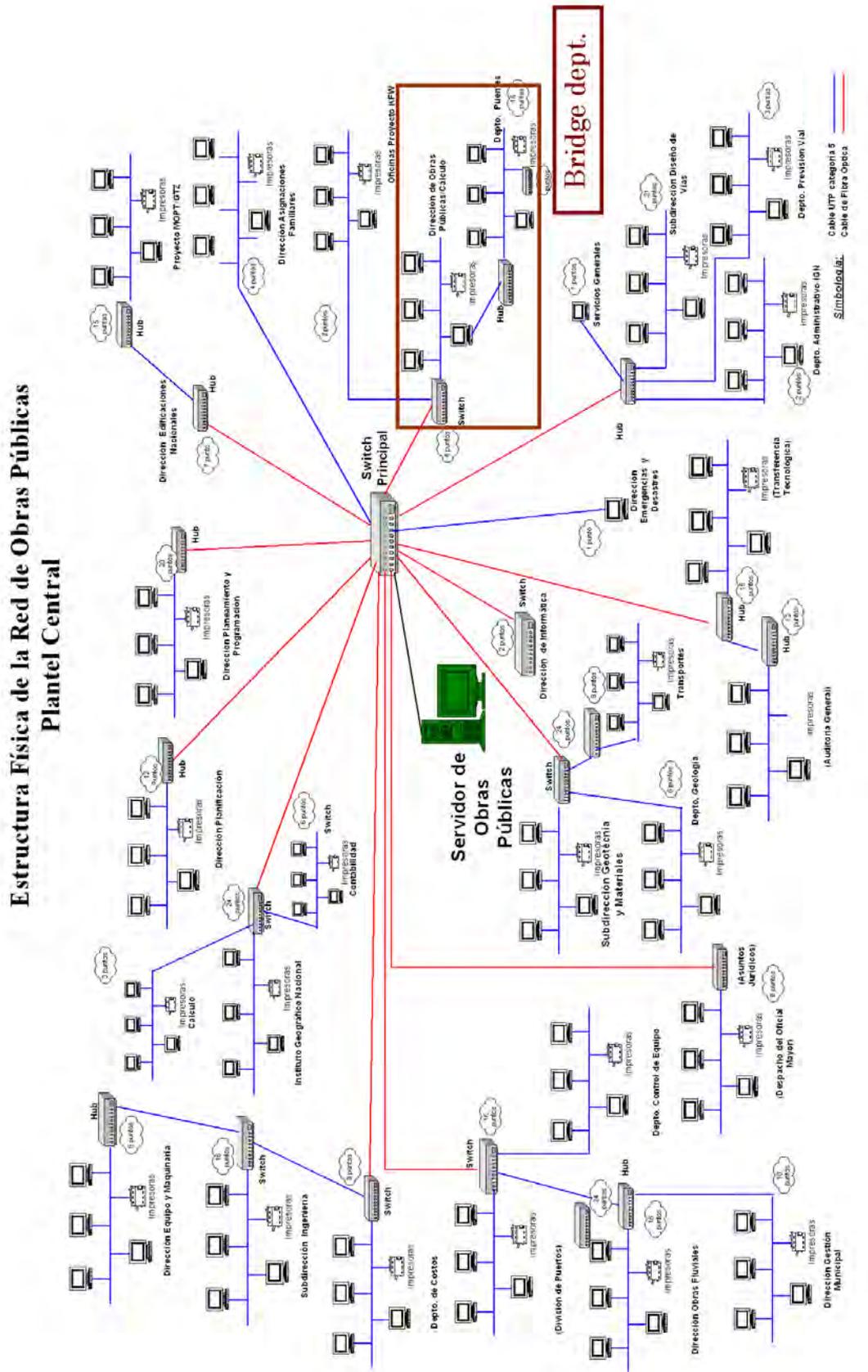


Figura 14.2.1. Red en la División de Obras Públicas

2) Red de Banda Ancha (WAN)

Las conexiones entre MOPT, CONAVI y los Gobiernos Locales se muestran en la Figura 14.6. CONAVI y los gobiernos locales están conectados por líneas exclusivas y los otros gobiernos locales están conectados por los módems a través de líneas generales.

Estructura Física Regional

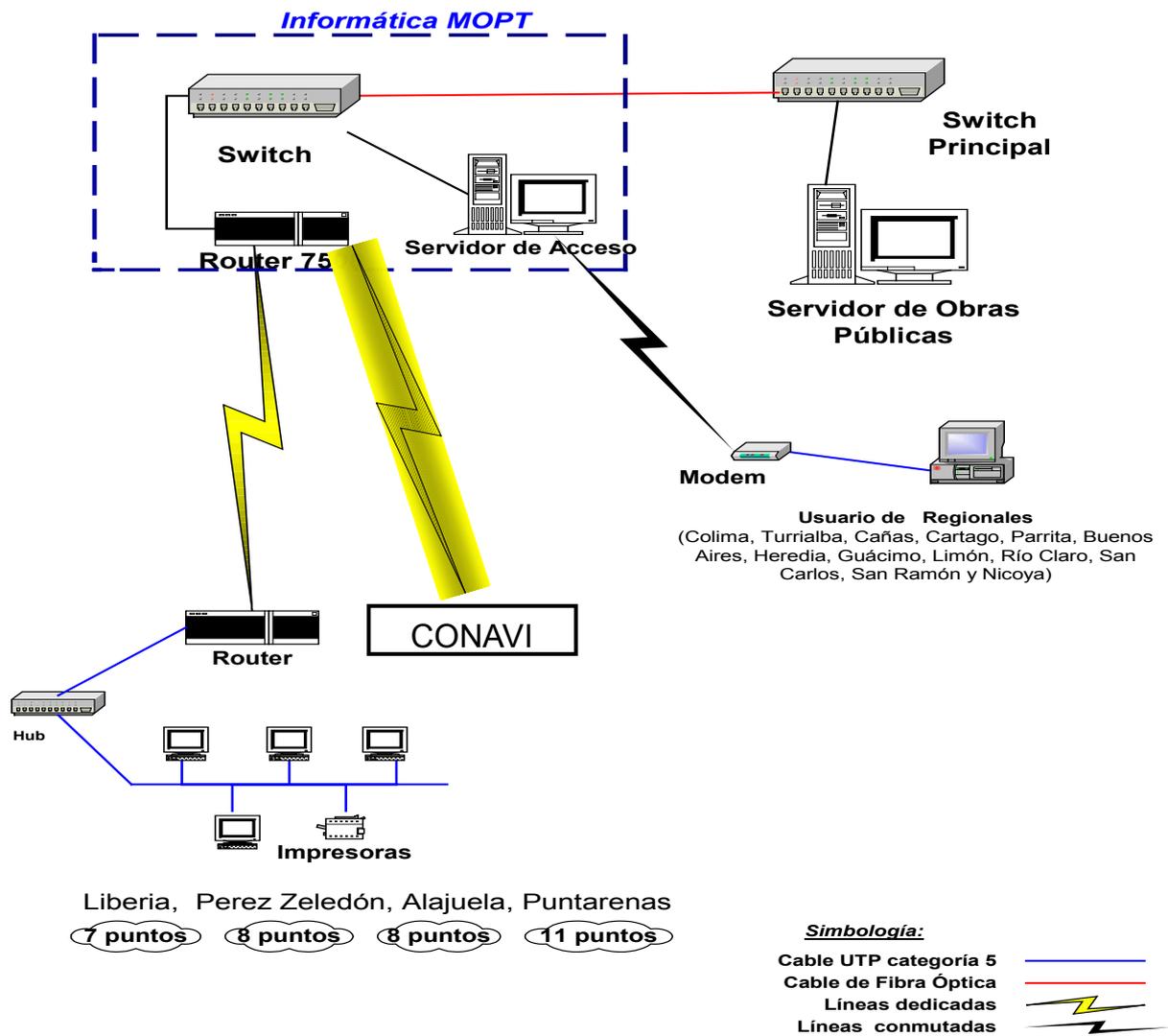


Figura 14.2.2. Conexión de Red entre MOPT, CONAVI y los Gobiernos Locales

14.2.3 Sistema de Administración de Puentes y Carreteras

1) Condición del Sistema Existente

El Sistema de Administración de Carreteras que se utiliza en el MOPT se muestra en la Tabla 14.2.2.

Tabla 14.2.2. Sistema Existente para la Administración de Carreteras

Sistema	Descripción
SPEM (Pavimento)	SPEM fue desarrollado por ingenieros alemanes en 1993 para la administración de las carreteras locales. Un ingeniero alemán todavía apoya el sistema y este está siendo administrado en buenas condiciones. Las utilidades del Sistema están limitadas dentro del MOPT.
HDM4(Pavimento) (DESYROUTE, DESTSEMI, DESYVISAGI)	El Plan de acción anual para el mantenimiento de carreteras se estudia a través del análisis económico, el priorizar el mantenimiento de carreteras, la predicción del deterioro al usar HDM4. La ubicación para el mantenimiento de carreteras es seleccionada finalmente por CONAVI considerando el plan de acción anual y las decisiones políticas.
Sistema de Administración de Puentes (SAP)	Los puentes son inspeccionados por los inspectores del Departamento de Planificación con base en el manual de inspección. Esta información no es usada por el Departamento de Puentes ya que los inspectores no son ingenieros en puentes. El Departamento de Puentes guarda los planos de los puentes y acude a las solicitudes de otros departamentos.

2) Temas Existentes

Los temas para los sistemas de informática existentes para las carreteras y los puentes en el MOPT son los siguientes:

- En los Gobiernos locales no hay suficiente número de computadoras y tampoco están desarrolladas las habilidades de los empleados para el sistema.
- La información entre el MOPT, CONAVI y los Gobiernos Locales no está unificada.
- Los sistemas han sido desarrollados por cada departamento de manera separada y no hay sistemas comunes dentro de cada departamento.
- El intercambio de información no es suficiente cuando se desarrollan los sistemas por cada departamento y alguna información indispensable y algunas funciones para la administración de puentes no existe en los sistemas.
- Los planos y las fotografías de los puentes no están registrados en la base de datos y no se utilizan comúnmente.
- Los inspectores de puentes no están entrenados y las inspecciones de puentes no se realizan apropiadamente. Los criterios para priorizar la reparación de puentes no es muy clara.
- No se les puede dar un mantenimiento continuo a los sistemas ofrecidos por países extranjeros.

3) **Recomendaciones para mejorar el sistema de mantenimiento de puentes**

Las recomendaciones para mejorar el sistema existente al adoptar el mantenimiento de puentes es el siguiente:

- Dar entrenamiento en computación para mejorar las habilidades de los empleados de los Gobiernos Locales
- Compartir información entre el MOPT, CONAVI, y los Gobiernos locales
- Intercambio de información y cooperación técnica, entre los departamentos relevantes para el desarrollo del sistema.
- Uso efectivo de la información de imágenes que incluyen planos y fotografías.
- Establecer un manual de inspección de puentes y darles un entrenamiento a los inspectores de puentes.
- Desarrollar un sistema de evaluación para priorizar las reparaciones.
- Entrenar a los ingenieros en sistemas y establecer organizaciones para el mantenimiento de los sistemas.

14.2.4 **Desarrollo del Sistema**

El sistema total de administración de carreteras (SIGVI) está actualmente bajo desarrollo como un sistema futuro por la División de Obras Públicas en el MOPT. El programa es una mejora del sistema de administración de carreteras (SPEM) usado actualmente. El sistema está siendo desarrollado por el Departamento de Planificación en la División de Obras Públicas y la División de Puentes no es parte del desarrollo del sistema. La participación del Departamento de Puentes para el desarrollo del programa es inevitable especialmente para las partes de puentes en el sistema. Es necesario mejorar las habilidades de los miembros de las oficinas locales para el manejo efectivo de computadoras personales con el programa SIGVI. Consecuentemente, el MOPT inicia un plan con los siguientes pasos para explotar el SIGVI.

- a. Instalar computadoras nuevas en las oficinas locales.
- b. Entrenar a los empleados de oficinas locales para mejorar las habilidades de manejo del sistema existente SPEM.
- c. Empezar a explotar el SIGVI.

Tabla 14.2.3. Sistema Total de Administración de Carreteras (SIGVI) (1/2)

Ítem	Descripción
Progreso del Desarrollo del Programa	El sistema se desarrolla como una versión mejorada de SPEM. El sistema maneja información que incluye pavimentos, carreteras nacionales, puentes y puertos marinos.
Objetivo	El sistema es para la administración total de carreteras incluyendo el manejo del inventario y el soporte para establecer un plan de acción anual para el mantenimiento de carreteras.
Usuario	Empleados del MOPT, CONAVI y Gobiernos Locales
Composición del Sistema	Sistema de Base de Datos Descentralizado (C/S system)
Software de Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Visual Basic6.0 • SQL Server7.0 • Access2000
Administración de Datos	<ul style="list-style-type: none"> . Datos Básicos que incluyen el inventario y la inspección. . Datos para el estimado de costos incluyendo métodos de construcción, costos de mano de obra, equipo y costos unitarios de los métodos de construcción. . Información de los usuarios que incluye nombre, departamento y puesto.
Función	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de datos de inventario. • Estimado del costo bruto para el mantenimiento de pavimentos. • Brindar soporte para establecer en plan de acción anual. • Datos de salida en archivos de Excel.

Tabla 14.2.3. Sistema Total de Administración de Carreteras (SIGVI) (2/2)

Ítem	Descripción
Administración de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del Usuario Identificar el usuario que intente ingresar al sistema con el nombre del usuario y la clave que corresponde a la comisión de los usuarios. • Descentralizar la base de datos Un servidor SQL se utiliza como una base de datos y estos se sincronizan con el Access2000 en las oficinas dentro de la red. Los datos pueden ser protegidos y disponibles aunque el servidor SQL está fuera de servicio.
Funciones Adicionales en el futuro	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de los datos de imagen Los datos de imagen tales como los planos y las fotografías no se mantienen en el sistema existente. Es posible introducir los datos en el sistema. • Controlar la ubicación con un mapa Ya que ningún sistema de mapas se utiliza en el sistema existente, un sistema de mapas se añade al sistema. Los datos GIS creados por ArcInfo existe actualmente en el sistema.
Temas	<ul style="list-style-type: none"> • Ya que los datos de puentes existen en el sistema, están en desarrollo en el Departamento de Planificación haciendo referencia al sistema de datos de puentes en Guatemala, Las opiniones del Departamento de Puentes no se ven reflejadas en el sistema. Es necesario investigar los datos indispensables para la administración de puentes entre Planificación, Puentes y el Departamento de Informática. • Se deberán de añadir las funciones para priorizar las reparaciones de puentes.
Notas	<p>Los datos de puentes se mantienen en el SIGVI como se explica a continuación: Los claros verticales debajo de las cerchas, la altura de las aceras. Las gradientes, las señales de tránsito, líneas divisorias, iluminación, el radio de las curvas, etc.</p>

La imagen total con respecto a la administración del sistema existente, el flujo de la información y el desarrollo del sistema se ilustran en la Figura 14.2.3.

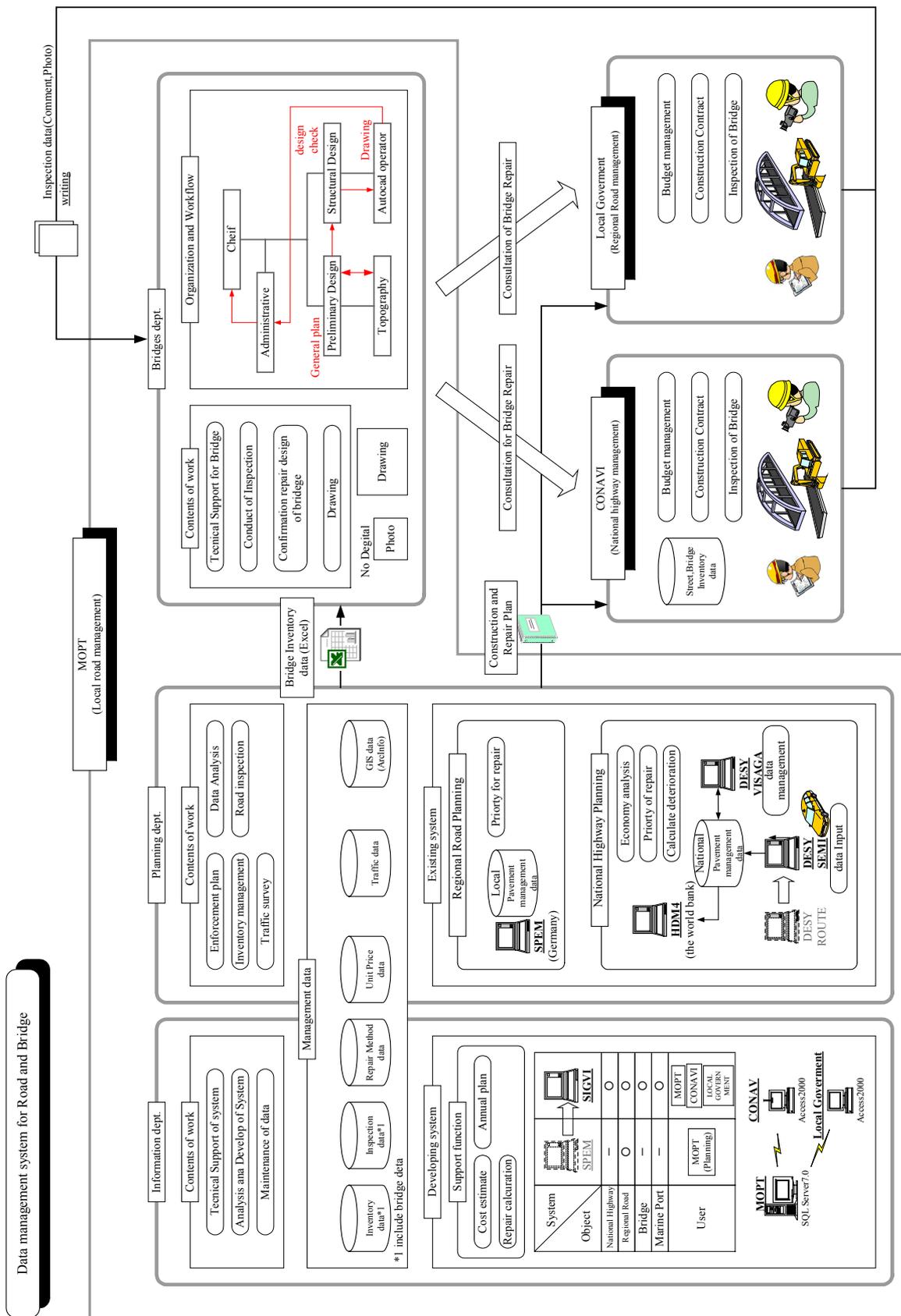


Figura 14.2.3. Sistema Existente del MOPT, CONAVI y los Gobiernos Locales y el plan de Desarrollo del Sistema