5.3.2 Condición de Ambiente Natural y Social

1) Conservación de Ambiente Natural

a) Conservación de bosques

La pérdida de bosques es uno de los grandes problemas ambientales en Nicaragua. Por lo tanto, el gobierno nicaragüense se esfuerza por la regulación de la conservación forestal a través de Ley Forestal (No.45-93, Gaceta No.197, 19 de octubre, 1993). Los reglamentos se aplican a todos los bosques. La explotación y uso están controlado para prevenir la pérdida de bosques. Además, los reglamentos tienen como objetivo garantizar la utilización racional y sostenible de los recursos forestales y proteger la biodiversidad. Bajo la Ley Forestal los propietarios de terreno se reconocen como los de bosques, pero el aprovechamiento de bosque está controlado. El permiso del aprovechamiento de bosque se emitirá por INAFOR (Instituto Nacional Forestal. Hasta hace tres años pertenecía al MARENA).
En caso de que se realice la tala por proyecto, debe plantar cuatro árboles por cada uno talado. El costo de la plantación debe ser incluido en el presupuesto del proyecto y el sitio de plantación será indicado por MARENA o INAFOR.

b) Preservación de Animales

La Ley de Caza (Ley No.206:1956) es la legislación básica para la protección de animales silvestres. La Ley determina las áreas y métodos de caza etcétera. Las áreas y épocas para la caza están controladas por Decreto No.2 de IRENA para proteger los animales silvestres y la reproducción de ellos. La caza de algunas especies especificas están prohibida.

c) Conservación de la Preciosa Fauna y Flora (Figura 5.3.3)

El "Libro Rojo" fue publicado a base del Tratado de Washington, con el fin de conservar preciosa fauna y flora especificadas en Nicaragua. Se clasifican en ocho categorías que se indica a continuación (incluyendo Monumento Histórico etcétera), y el gobierno controla la explotación en esas áreas designadas. Además, ocho marismas están registradas en el Tratado de Ar-Rantha (el tratado internacional, y recientemente se proyectó el plan de conservación ambiental). Cuando se realice explotación en el área donde pertenece a una de estas ocho categorías, se requiere la ejecución de evaluación de impacto ambiental de acuerdo con el "reglamento de área de conservación". Las ocho categorías son;

- Parques Nacionales (Figura 5.3.4)
- Reservas Biológicas
- Monumentos Nacionales
- Monumentos Históricos
- Refugios de Vida Silvestre
- Reservas de Recursos Genéticos
- Reservas Naturales
- Reservas de la Biodiversidad

d) Conservación de Suelo

La conservación del suelo en todo el territorio nacional para el beneficio público y social fue declarada en el Decreto 1308. Ese decreto tiene intención de conservar el suelo y prevenir la erosión. El cambio geográfico y de suelo está controlado por la Ley 217 a fin de preservar el equilibrio del eco-sistema y prevenir la erosión del suelo. Los propietarios o personas que usan tierra deben cubrir más de 35 % de su terreno con vegetación o arar.

e) Conservación de Aguas

Uno de los grandes problemas ambientales en Nicaragua es la contaminación de la calidad del agua. Por lo tanto, se prohíbe la tala de árboles alrededor del río, valle, lago, presa natural y embocadura sin hacer caso de objetivos, tales como el suministro de agua potable, irrigación y generación eléctrica etcétera por la Ley (Ley No.235: 1974). La Ley promueve el uso racional de bosque. Ello promueve el uso racional de los bosques en Nicaragua.

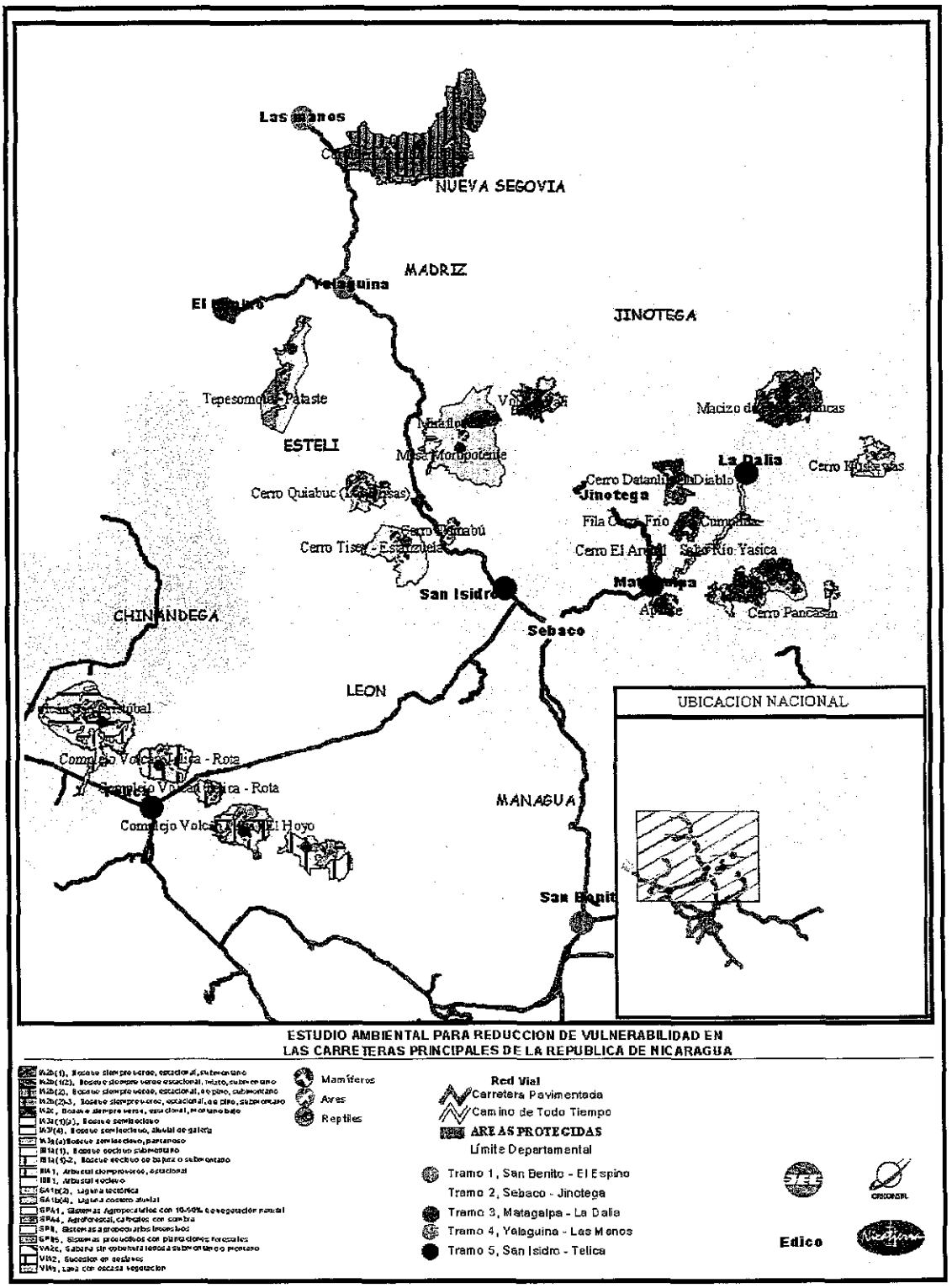

Figura 5.3.3. Conservación de fauna y flora preciosas

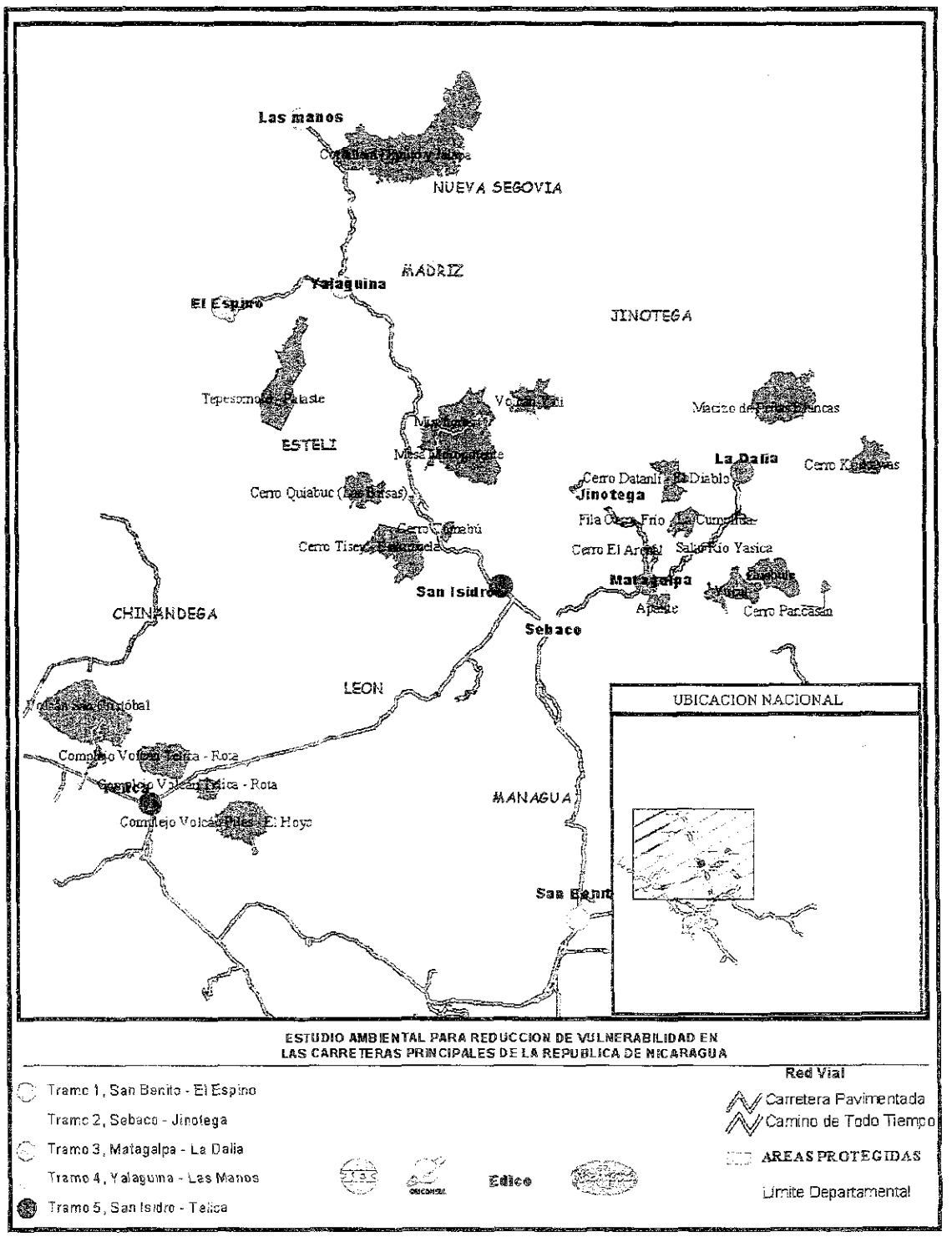

Figura 5.3.4. Mapa de parques nacionales

2) Condición de Ambiente Social

a) Propiedad de la tierra

En Nicaragua, la propiedad privada está reconocida como un derecho del pueblo de acuerdo con el artículo 44 de la Constitución: "Se garantiza el derecho de propiedad privada de los bienes muebles o inmuebles y de los instrumentos y medios de producción". La constitución también, dice "En virtud de la función social de la propiedad, este derecho está sujeto, por causa de utilidad pública o de interés social, a las limitaciones y obligaciones que en cuanto a su ejercicio le impongan las leyes. Los bienes inmuebles mencionados en el párrafo primero pueden ser objeto de expropiación de acuerdo a la ley, previo pago en efectivo de justa indemnización." Cuando haya conflicto entre el derecho independiente de propietario e interés social, los terrenos serán expropiados a través del procedimiento de expropiación que está establecido en el artículo 44 y Decreto 229(1976). Según la ley, el propietario puede seleccionar uno de los dos:

- Aceptar las ofertas que se le hagan por la tierra, de acuerdo a la ley, o
- No aceptar las ofertas.

Si el propietario elige la opción b), el posible comprador (por ejemplo, el MTI) puede declarar la expropiación de la tierra pagando por ella su precio justo de mercado.

b) Derecho de Vía

El Derecho de Vía en Nicaragua está establecido en la Ley de Derecho de Vía (1952) como se indica abajo:

- Carreteras Internacionales: 40m
- Carreteras Interoceánicas: 40m
- Carreteras Interdepartamentales: 20m
- Carreteras Vecinales: 20m

Sin embargo, esta ley no se aplica a los propietarios que tenían el terreno antes de la legislación de ésta. Además, hay algunos casos que el derecho de vía no está registrado con el ancho establecido por la ley , las alcaldías aceptaron el registro de la propiedad individual en el derecho de vía.

c) Derecho de Aguas/Derecho de Pesca/Derecho Comunal

El derecho de agua no está establecido en Nicaragua. El derecho de pesca (pesca comercial) está establecido en el Océano Pacífico y Atlántico, en lagos y en dos ríos (el río TISMA y San Juan). El derecho comunal no está establecido por la ley, por la razón de que los bosques

pertenecen a la propiedad privada. Donde los bosques se hallan en las reservas naturales, los vecinos aprovechan los recursos forestales bajo control y permisos del MARENA.

d) Conservación de Áreas Indígenas (Figura 5.3.5)

Se han especificado tres áreas para la conservación de los pueblos indígenas de la Costa Atlántica. No se han hecho otras designaciones espaciales para estas áreas de conservación porque las residencias de los pueblos indígenas se traslapan con las áreas de otros. No hay reglamentos sobre el desarrollo en esas áreas.

e) Sitios Históricos/Patrimonio Cultural (Figure 5.3.6)

La conservación de los sitios históricos, patrimonio cultural, monumentos nacionales, monumentos históricos y áreas protegidas están designados por el gobierno. Otros monumentos históricos (incluyendo el sitio de Patrimonio de la Humanidad) están protegidos por el Instituto Nacional de Cultural del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

f) Desechos Sólidos

El problema de los desechos sólidos es uno de los grandes problemas ambientales en Nicaragua. El capítulo III de la Ley 217 "Desechos sólidos no-peligrosos" trata de la disposición de ellos como se indica abajo;.

> *Arto. 129*
>
> Las alcaldías operarán sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos del Municipio, observando las normas oficiales emitidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y el Ministerio de Salud, para la protección del ambiente y la salud.
>
> *Arto. 130*
>
> El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de desechos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante los procedimientos técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

El MARENA da las instrucciones sobre la clasificación de desechos y decisión del sitio de disposición en la fase del EIA. El MTI ya tiene unos sitios de disposición. Por lo tanto, cuando se identifique el sitio del proyecto y la clase de desechos, se puede definir el sitio de disposición.

El MTI recicla el asfalto viejo de la vía existente, y lo utiliza como material para la base de la nueva calzada.

g) Ruido/Vibración/Contaminación del Aire

Las propias normas ambientales sobre ruido, vibración y contaminación de aire (excluso la regulación de emisión vehicular) no están establecidas en Nicaragua. Las normas ambientales sobre el proyecto de construcción, el acceso para el sitio de construcción y uso de plantas etcétera están prescritos en NIC2000.

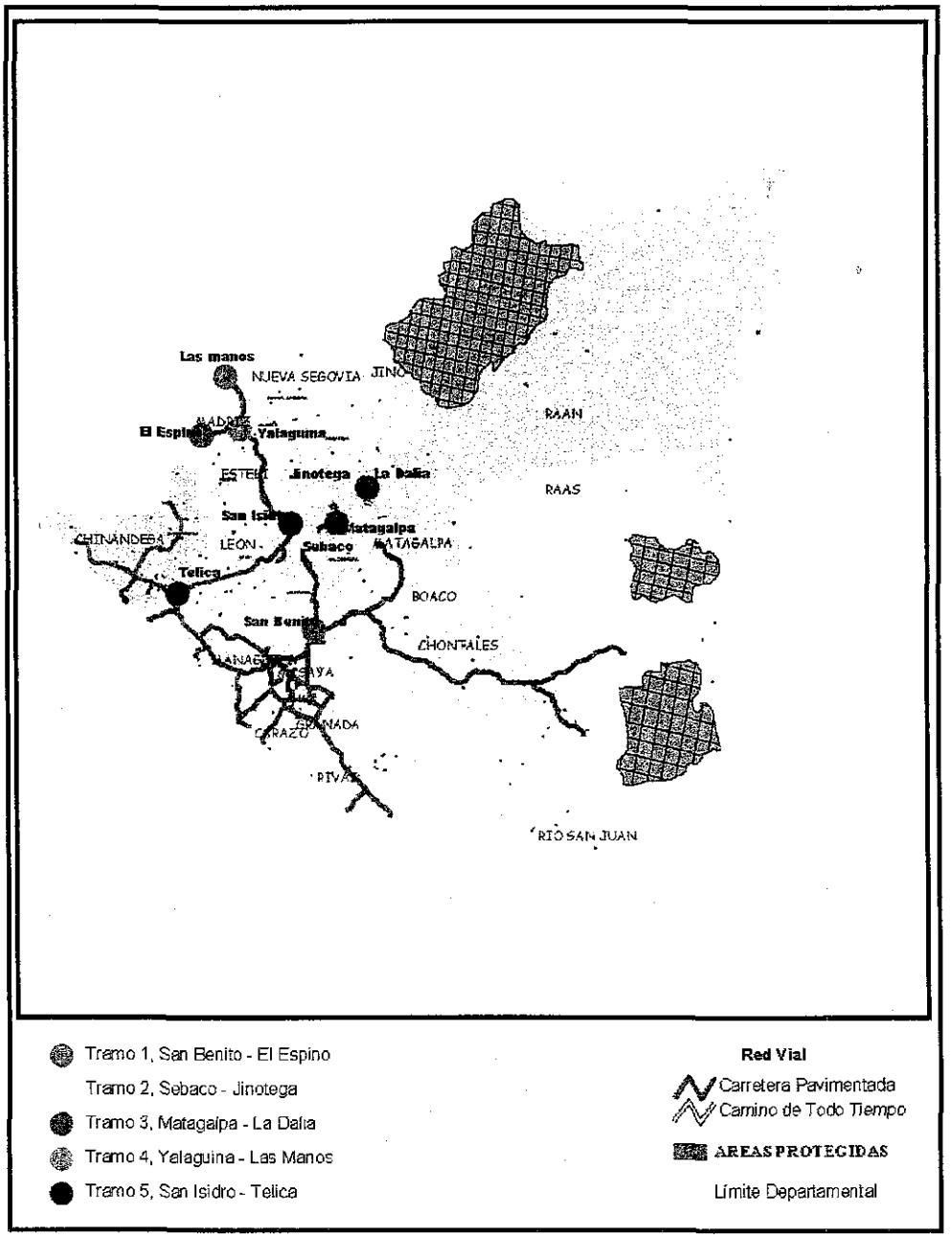

Figura 5.3.5. Conservación de pueblos indígenas

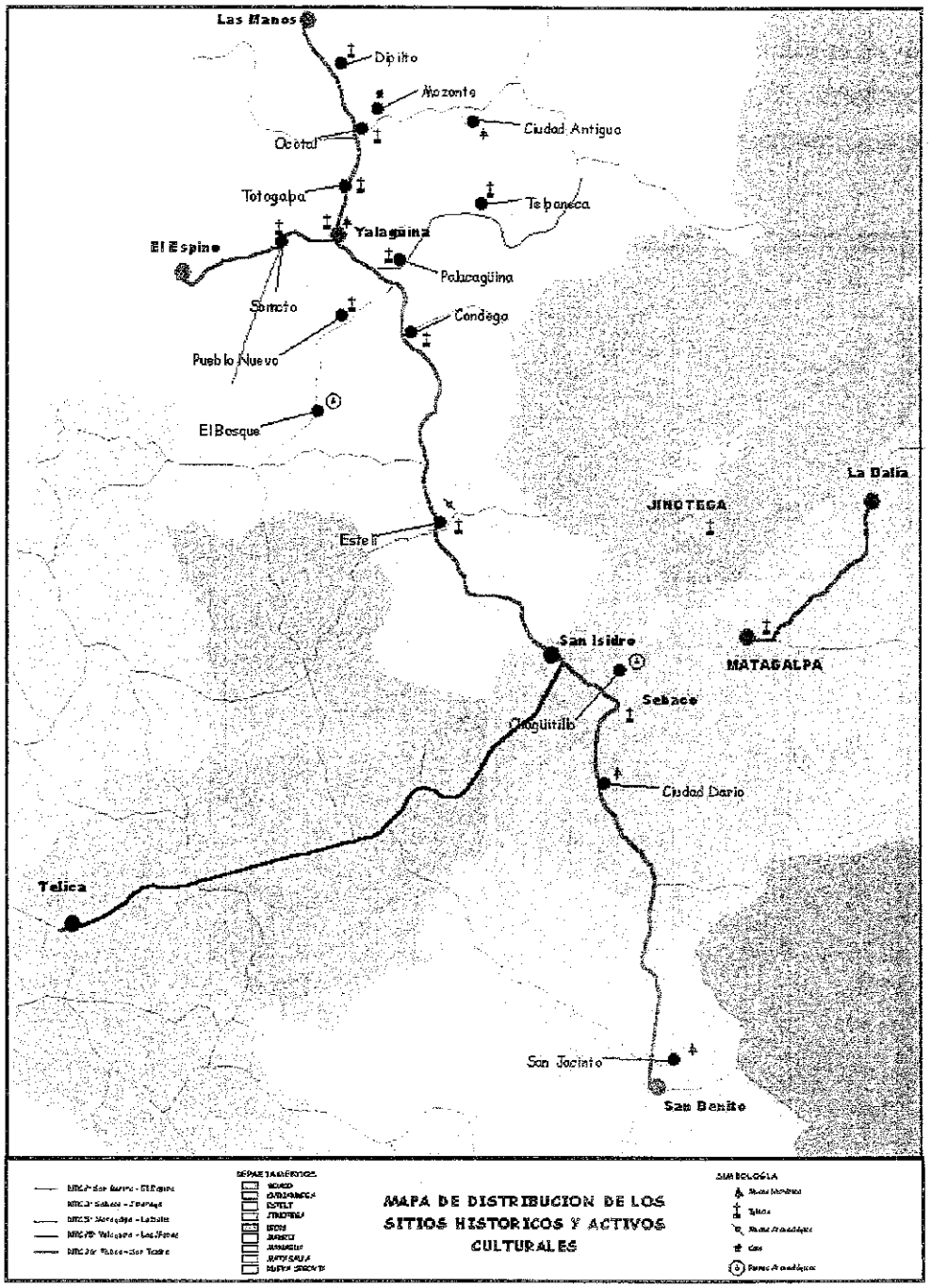

Figura 5.3.6. Sitios históricos y activos culturales

5.3.3 Factores de Impacto Ambiental

1) Método de Selección y Evaluación

Los ítems de la evaluación de impacto ambiental fueron seleccionados desde los factores de impacto ambiental relacionados con el contenido del proyecto, investigación en campo y referencias existentes. La evaluación del impacto, de cada sitio del proyecto, se muestra en la tabla5.3.2. La evaluación se clasifica en cuatro puntos como se indica abajo:

A: Se prevé impactos serios (10 puntos)
B: Se prevé algunos impactos (5 puntos)
C: No claro (No hay adopción)
D: Fuera de objeto de evaluación (0 punto)

2) Ítems de Selección (Impacto Negativo)

Se seleccionaron diez ítems:1) traslado de habitante, 2) actividades económicas, 3) facilidades de vida y tráfico, 4) desechos, 5) aguas freáticas, 6) lago y río, 7) fauna y flora, 8) paisaje, 9) contaminación de calidad de agua, 10) ruido y vibración. Las razones de selección se describen abajo.

a) Traslado de Habitantes

Para este impacto, todos los sitios se evaluaron como A o B a excepción de los sitios con puente y muro de gabiones. El sitio que se espera el traslado de habitantes se evalúa como A. En donde no se espera el traslado de habitantes sino que se requiere conseguir el permiso de propietario para el uso o expropiación se clasificó en la categoría B. Tres sitios de categoría A y uno de D tienen factores especiales:

Evaluación A

No.27: Un hotel está en construcción en la parte superior del talud (la obra terminará hasta dentro de dos años). Por lo tanto, las medidas que contienen excavación del talud existente no podrán ser adoptadas.

No.31: Tres casas particulares existen en la pendiente de la montaña. No podrán adoptar las medidas tales como el recorte del talud y protección con mallas. En el lado del valle de la vía existe una propiedad. Las medidas que van a adoptarse deben evitar el traslado de habitantes de esa propiedad.

No.36: El traslado de casas particulares de ambas orillas del río será necesario por la

ubicación actual de la construcción y depende de la escala de la presa propuesta. Por lo tanto, el sitio de construcción será movido a donde no provoque influencia a la casa particular.

Evaluación D*

No.1: Existe una casa particular pero es una ocupación ilegal.

b) Actividad Económica

Donde hay facilidades que generan ingresos, se evalúan el impacto del sitio objeto.

Evaluación A

No.3: Todo el año hay agua en el río, y el agua se utiliza para el cultivo de arroz, y el río sirve como drenaje del agua usada. Por lo tanto, las medidas deberán evitar obstaculizar el flujo de agua hacia agua abajo por cerrar el río etcétera.

No.27: Un hotel está en construcción en la parte superior del talud (la obra terminará hasta dentro de dos años). Por lo tanto, las medidas que contienen excavación del talud existente no podrán ser adoptadas.

No.31: Hay tres casas particulares en la pendiente de montaña, y ahí se hallan huertos. Una de las casas tiene un puesto de flores en la orilla de la carretera. Por lo tanto, las medidas con excavación de la pendiente existente deberán evitarse.

No.33: En la pendiente del lado de valle se encuentra el huerto. Las medidas que lo influyen deberán evitarse.

No.36: Un horno de ladrillo hecho por la inversión colectiva de capitales será afectado por el sitio y escala de construcción de la presa. Por lo tanto, el sitio de construcción deberá evitar donde influye al horno.

Evaluación B

No.34: Al lado del talud objeto de estudio, existe un restaurante, se espera la influencia de visitantes por la construcción.

c) Facilidades de Vida y Tráfico

En cuanto a las facilidades de vida y tráfico, en todas las carreteras objetos de estudio hay tránsito de buses y otros servicios vehiculares. Por lo tanto, tomando en consideración la influencia por regulación de carriles bajo construcción, se evaluó como B. Pero, sólo la No.16 se evaluó como B*.

Evaluación B*

No.16: El pozo que existe al otro lado del sitio objeto de estudio se utiliza como agua potable de 25 casas vecinales. La instalación del cerco entre otros deberá considerarse por la razón de que las mujeres se bañan con el agua del pozo.

d) Desechos

Los desechos de construcción se producen en todos los sitios de la construcción de facilidades. Deben disponerse los desechos de acuerdo con la Ley No.217 arriba mencionada y la orientación del MARENA.

e) Aguas Freáticas

Hay un pozo cerca del sitio donde las medidas serán propuestas. En general, las agua no artesianas (el agua libre) están usadas de todos los pozos de la alrededor de 5 - 6m de la profundidad y es esperado reaccionar frente a los cambios en las características geográficas leves con delicadeza. Por lo tanto, deben evitarse las contramedidas que cubren el talud con estructuras como concreto. La cámara de filtración debe ser considerada cuando una pendiente sea cubierta por una estructura. Donde los pozos están cerca del puente, no hay influencia sobre el agua subterránea porque los fundamentos de la protección del banco no son profundos con la suficiente del área de captación.

f) Lago y Río

En cuanto al lago y el río, se seleccionaron tres sitios en donde fueron planificados los diques como la clasificación B. El agua de estos tres sitios se usa para lavar ropas y consumo. Por lo tanto, deben adaptarse las estructuras que no afectan la condición de río, porque se espera algún cambio en la condición del río por la construcción del dique

g) Fauna y Flora

Hay diferentes faunas y floras y áreas de conservación como parque nacional cerca de las carreteras objeto del estudio. Por lo tanto, cuando exista el sitio objeto de estudio en estas áreas, tendrán potenciales de impacto a la fauna y flora.

- Área del Cerro Tomabu (N°. 4: A)

Las aguas de abajo están especificadas como área de conservación. Está planificado la obra de prevención con gaviones para la socavación de fundamento de puente. Por lo tanto, la construcción debe evitar reducir suministro de agua a la fauna.

- Área del Cerro El Arenal (N°.28: B, N°.29: B)

Para estos sitios, las obras con vegetación deben ser incluidas en las contramedidas, aunque N°28 tanto como N° 29 han sufrido del colapso de talud, y actualmente no hay vegetación. La propuesta actual de contramedidas para el sitio N°28 debe ser mantenida por la razón de que está considerada la recuperación vegetal. Sin embargo, la propuesta de concreto en el sitio N°.29 debe ser modificada para ser consistente en replantar la vegetación.

- Área de la Cordillera de Dipilto y Jalapa (N°.36: A, N°. 37: A, N°.38: B, N°.39: B)

Se planea la construcción de presas tanto en el sitio 36 como en el 37. Debido a que es necesario talar muchos árboles para la construcción de la presa, la construcción deberá hacerse en sitios donde pueda minimizarse la tala tanto como sea posible. Deberán ejecutarse medidas de control para la sustitución de vegetación. Deberá incluirse la resiembra de vegetación, aunque los sitios 38 y 39 también sufren de colapso de pendientes y actualmente no es visible la vegetación.

h) Paisaje

Los sitios dentro del área de protección a excepción del sitio de contramedidas de fundamento del puente y N°.16 están seleccionados como sitios de consideración cuidadosa al paisaje. Debe evitar la construcción de estructura artificial en hormigón, capaz de ser visto desde la vía. Las contramedidas que complementan el ambiente circundante deben ser seleccionadas en el área de protección. Cuando se adopta la estructura artificial inevitablemente, la estructura debe estar cubierta de la vegetación.

En N°.16, es necesario dejar la vegetación existente, porque el otro lado del sitio de contramedidas es el área donde las mujeres lavan las ropas.

i) Contaminación del Agua

Todos los sitios se evaluaron como B por la razón de que hará acontecimiento de la contaminación del agua junto con las obras de protección de socavación de fundamento de puente y obras de protección del talud. En los ríos alrededor del sitio del proyecto, aunque no hay caso de aprovechamiento como agua potable, los vecinos la utilizan para lavado, y eventualmente para la pesca. Por lo tanto, las obras deben realizarse en verano (de diciembre a abril), cuando el nivel del agua sea bajo. En caso de que las obras se realicen en invierno (de mayo a noviembre), deben adaptarse las medidas de disposición de aguas contaminadas como cámara de sedimentación entre otras.

j) Ruido y vibración

Donde existen escuelas y hospitales cerca del sitio objeto del estudio se clasificaron como B tomando en consideración de que esas facilidades necesitan tranquilidad. En estos sitios, deben instalarse las facilidades de aislamiento de ruido o usarse las maquinarias de menor ruido.

3) Ítems No Seleccionados

No seleccionamos trece ítems: división del área de vida, sitios históricos/patrimonio cultural, derecho de agua / derecho comunal / derecho de pesca, salud / higiene, desastres (peligro), geografía/geología, erosión del suelo, el área de la costa/el mar, clima, contaminación de aire, contaminación del suelo, hundimiento de tierra y hedor.
Las razones de no seleccionarlas son las siguientes;

a) División del Área de Vida

El objetivo del proyecto es la protección de talud y prevención de socavación de fundamento de puente. De modo que las facilidades o estructuras que provocan la división del área de vida no serán propuesta.

b) Sitios Históricos/Patrimonio Cultural

En el área de influencia del proyecto no existen los sitios históricos y patrimonio cultural.

c) Derecho de Agua/Derecho de Pesca/Derecho Comunal

En ningún sitio objeto del estudio no están establecidos estos derechos.

d) Salud/Higiene

No serán propuestas las facilidades y estructuras que empeoran las condiciones de salud e higiene.

e) Desastres (Riesgo)

El objetivo del proyecto es la prevención de desastres. No serán propuestas las actividades y facilidades que inducen a nuevos desastres.

f) Geografía/Geología

No existen preciosa geografía y geología en el área del proyecto. Y la alteración geográfica producida es leve, y no hay impacto geográfico ni geológico.

g) Erosión de Suelo

El proyecto reducirá la erosión de suelo.

h) Costa/Áreas Marinas

El área de costa y mar no existen cerca de los sitios objeto del estudio.

i) Clima

No existe el impacto directo al clima.

j) Contaminación del Aire

Aunque hay emisión de gas de los vehículos de construcción, es de muy corto plazo y tiene la influencia insignificativa en la atmósfera. El objetivo de los proyectos es establecer las medidas contra desastres y el incremento del tráfico no está previsto. Por lo tanto, será insignificativa la influencia atmosférica de largo plazo.

k) Contaminación de Suelo

No se encuentra ningún sitio con historial del manejo de metal pesado etcétera. Serán evitadas las actividades y facilidades que contaminan el suelo durante y después de la construcción.

l) Hundimiento de Suelo

Los proyectos objeto del estudio no contienen medidas sobre la capa blanda del suelo ni bombeo del agua subterránea que causan hundimiento del suelo.

m) Malos olores

Las actividades y facilidades propuestas no producirán el hedor durante ni después de la construcción.

Elementos ambientales			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
			SITIOS POR SELECCION PRIMARIA																											
Entorno social	1	Reubicación de habitantes	D*	B	D	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	D	D	B	B	B	B	B	B	D	A	B
	2	Actividad económica	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D
	3	*Instalaciones* para la vida y el tráfico	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B*	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	4	Separación	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	5	Sitios históricos/ activos culturales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	6	Derechos de agua, de pesca y *comunes*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	7	Salud/higiene	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	8	Desechos	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	9	Desastre (riesgo)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Entorno natural	10	Geografía/ Geología	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	11	Erosión de suelos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	12	Aguas subterráneas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D
	13	Lagos/ríos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	14	Áreas costeras/ marinas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	15	Fauna y flora	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B
	16	Aguas de desecho	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	17	Paisaje	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B
Contaminación	18	Contaminación del aire	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	19	Contaminación del agua	B	B	B	B	B	B*	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B*	B	B*	B*	B	B	B	B*	B	B	B	B	B
	20	Contaminación del suelo	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	21	Ruido/ vibración	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	B	D
	22	Hundimiento de suelos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	23	Malos olores	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Punto de evaluación			15	20	25	25	20	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	15	15	20	20	20	25	20	20	20	40	30

Elementos ambientales			29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
			SITIOS POR SELECCION PRIMARIA																										
Entorno social	1	Reubicación de habitantes	B	B	A	B	B	B	B	A	B	D	D	B	B	B	B	B	D	D	B	B	B	B	B	D	B	D	D
	2	Actividad económica	D	D	A	D	A	B	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	3	*Instalaciones* para la vida y el tráfico	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	4	Separación	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	5	Sitios históricos/ activos culturales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	6	Derechos de agua, de pesca y *comunes*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	7	Salud/higiene	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	8	Desechos	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	9	Desastre (riesgo)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Entorno natural	10	Geografía/ Geología	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	11	Erosión de suelos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	12	Aguas subterráneas	D	D	B	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	B	D	B	D	D	D	D
	13	Lagos/ríos	D	B	D	D	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	14	Áreas costeras/ marinas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	15	Fauna y flora	B	D	D	D	D	D	D	A	A	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	16	Aguas de desecho	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	17	Paisaje	B	D	D	D	D	D	D	A	A	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D
Contaminación	18	Contaminación del aire	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	19	Contaminación del agua	B	B	B	B	B	B	B*	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B*	B	B	B	B	B*	B	B	B	B
	20	Contaminación del suelo	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	21	Ruido/ vibración	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D
	22	Hundimiento de suelos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	23	Malos olores	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Punto de evaluación			30	25	40	20	30	25	25	60	30	25	25	20	20	20	20	20	15	20	20	20	25	20	30	15	25	15	15

5.4 Pronóstico de Demanda de Tráfico

5.4.1 Volumen de Tráfico y la Situación Actual

1) Objetivos

En las carreteras objeto se llevaron a cabo estudios de tráfico con el propósito de desarrollar un modelo que pudiera usarse para evaluar los impactos de los desastres naturales sobre dichas carreteras. Los objetivos de los estudios eran recoger datos tanto sobre la escala como sobre los patrones de movimiento del tráfico. Los datos de los estudios se analizaron para determinar los volúmenes y la composición actual del tráfico, y pudieron usarse junto con las predicciones económicas para crear predicciones de tráfico.

2) Metodología del Estudio

Se llevaron a cabo dos tipos de estudios:

- Recuentos de clasificación directa, y
- Encuestas de origen y destino.

Ambos tipos de estudio se llevaron a cabo en nueve ubicaciones, que se detallan en la Tabla 5.4.1. Los recuentos de tráfico se llevaron a cabo en un día de doce horas (06.00 a 18.00 horas) en las nueve ubicaciones, y en los sitios de estudio 2 y 6 se llevaron a cabo recuentos de 24 horas. La tasa de entrevistas objeto se fijó en un 30 a 50% de todo el tráfico.

Tabla 5.4.1 : Ubicaciones y fechas de los estudios de tráfico

N° de ubicación	Carretera	Ubicación	Fechas
1	NIC 24	La Grecia N°. 2, Km 103.5	11 y 12 de junio de 2002
2	NIC 26,	Telica	11 y 12 de junio de 2002
3.1	NIC 1	Yalagüina, Km 207.15	11 y 12 de junio de 2002
3.2	NIC 15	Yalagüina, Km 207.2	11 y 12 de junio de 2002
4	NIC 26	San Isidro, 800 m del empalme con NIC.1	11 y 12 de junio de 2002
5	NIC 1	Santa Cruz, Km 138.5	11 y 12 de junio de 2002
6	NIC 1	Sébaco, Km 99.1	11 y 12 de junio de 2002
7	NIC 3	Comarca de Chagüitillo, Km 107.1	11 y 12 de junio de 2002
8	NIC 1	San Benito, 250m al norte del empalme con NIC	11 y 12 de junio de 2002

Los recuentos clasificados se tomaron a intervalos de quince minutos. Se registraron diez tipos de vehículos: carros, camionetas, microbuses, buses, camión pequeño, camión mediano, camión grande, tractores, motocicletas y bicicletas. El formulario del estudio se reproduce en el Apéndice 4.

Los vehículos que transportan bienes se clasificaron de la siguiente manera:

- Bienes livianos o camiones pequeños, que incluye diferentes tipos de Cx (C2 y C3), con capacidades de 8, 10 y 12 toneladas.
- Bienes medianos o camiones grandes, que incluye el tipo Cx (C4), con capacidad de hasta 14 toneladas.
- Bienes pesados o camiones articulados, que incluye a los tipos Tx-Sx (T2-S1, T2-S2, T2-S3, T3-S1,T3-S2,T3-S3) y a todos los tipos Cx-Rx (C2-R2, C3-R2,C3-R3), con capacidad de hasta 22 toneladas.

Los estudios de origen y destino registraron el tipo de vehículo (en la forma descrita), el propósito del viaje, su origen, su destino, el número de pasajeros, la frecuencia del viaje, el tipo de carga y el peso de la carga. A los encuestadores se les dieron respuestas pre-codificadas, como se muestra en la Tabla 5.4.2.

Tabla 5.4.2 Códigos de respuesta en las encuestas de origen y destino

Código	Tipo de vehículo	Propósito del viaje	Frecuencia	Carga
1	Carro privado	Trabajo, negocios	5-7 veces por semana	Petróleo, aceite
2	Microbús	Educación	3-4 veces por semana	Algodón
3	Autobús	Compra	1-2 veces por semana	Arroz
4	Bienes ligeros	Turismo	0-1 veces por semana	Azúcar
5	Bienes medianos	Deportes, Actividades sociales		Bananos
6	Bienes pesados	Otros		Café
7	Motocicletas			Cemento
8	Bicicletas			Materiales de construcción
9	Tractores			Ganado
10	Camionetas			Granos
11	Otros			Madera
12				Metales
13				Productos químicos
14				Semillas de ajonjolí
15				Tabaco
16				Productos de carne de res
17				Sólo pasajeros
18				Otros productos alimenticios
19				Otros productos no alimenticios
20				Vacíos

Una vez concluido el trabajo de campo, los encuestadores volvieron a codificar los orígenes y destinos de los vehículos. Nicaragua se dividió en 45 zonas de tráfico, a las que se asignaron los códigos que se presentan en la Tabla 5.4.3.

Tabla 5.4.3 Origen y destino en la codificación de zonas

Zona N°	Departamento	Pueblo/Ciudad
1	Nueva Segovia	Santa Maria, Ocotal, Macuelizo, Ococona, Dipilto
2	Nueva Segovia	Mozonte, San Fernando, Santa Clara, Jalapa, Murra, Ciudad Sandino, Susucayán, Ciudad Antigua
3	Nueva Segovia	Las Manos
	Honduras	Honduras vía Las Manos
4	Madriz	Yalagüina, San Lucas, Las Sabanas, San José de Waspam
	Estelí	Los Llanos,
5	Madriz	El Espino
	Honduras	Honduras vía El Espino
6	Nueva Segovia	Quilalí
7	Jinotega	Wiwilí, Wamblán, Plan de Grama, Ayapal
8	R.A.A.N	Todos los pueblos
9	R.A.A.S	El Gallo, Siawás, Chicago, La Cruz de Río Grande, Casa de Alto, San Pedro del Norte, Copalar, Wasayama, Río Blanco
10	Jinotega	San José de Bocay, El Cuá,
11	Matagalpa	Matagalpa Carretera Yaoska, Rancho Grande, San Antonio de Kyskawás, El Tuma La Dalia, San Ramón, Santa Rita
12	Madriz	Palacagüina, Telpaneca, Quinbuto, San Juan de Río Coco
13	Jinotega	Jinotega, Mancotal, San Pedro de Buculmay, Asturias,
14	Jinotega	Las Praderas, La Concordia, San Rafael, del Norte, San Sebastián de Yalí, La Rica
15	Estelí	Condega
16	Estelí	Estelí, La Sirena
17	Estelí	La Trinidad , Santa Cruz, San Nicolás
18	Estelí	El Regadío, San Juan de Limay, el Bosque, Pueblo Nuevo
	Chinandega	Cinco Pinos, San Francisco del Norte
19	Honduras	vía Guasaule
	Chinandega	Guasaule, Somotillo, Santo Tomás del Norte, Palo Grande, San Pedro del Norte
20	Chinandega	Villanueva
21	Chinandega	Monte Rosa, Aposentillo, Jiquilillo, El Congo, Potosí, Punta Ñata, Puerto Morazán, Tonalá
22	Chinandega	Chinandega, El Realejo, La Grecia, Corinto, Paso Caballos, Chichigalpa, Posoltega
23	Matagalpa	Sébaco, Chiquilillo, San Isidro
24	León	Achuapa, Río Grande, El Sauce
25	León	Santa Rosa del Peñón, El Jicaral
26	León	Malpaisillo, Mina El Limón, Larreynaga
27	León	Leon, Telica, Quezalguaque, Ponelova, Las Peñitas
28	León	Izapa, La Paz Centro, Puerto Momotombo, El Tamarindo, El Tránsito, El Velero, Puerto Sandino, Salinas Grandes, Nagarote, Soledad, San Lorenzo
29	Managua	Managua, Mateare, Los Brasiles, Los Cedros, Villa Carlos Fonseca, San Bartolo, San Cavetano, Santo Domingo, Aeropuerto, Montelimar, Masachapa, Pochomil, San Rafael del Sur, San Marcos, Esquipulas, Sabana Grande
30	Masaya	Todos los pueblos
31	Carazo	Todos los pueblos
32	Granada	Granada, El Paso de Panaloya, Diriá, Diriomo
33	Granada	Nandaime, La Conquista
	Rivas	Todos los pueblos
34	Costa Rica	Costa Rica

Zona N°	Departamento	Pueblo/Ciudad
35	Managua	Tipitapa, Zona Franca, Zambrano, Granada, San Juan
36	Managua	San Francisco Libre
37	Managua	Las Maderas, San Jacinto
38	Managua	San Benito, Las Banderas
39	Matagalpa	Ciudad Darío, Las Calabazas, Terrabona, Puertas Viejas
40	Boaco	Todos los pueblos
	Granada	Malacatoya
41	Matagalpa	San Dionisio, Esquipulas
42	Matagalpa	Muy Muy, Matiguás, Santa Elsa, Río Blanco
43	Chontales	Todos los pueblos
44	Río San Juan	Todos los pueblos
45	R.A.A.S.	El Rama, Zelaya Central, Bluefields, Nueva Guinea, Muelle de los Bueyes, Buena Vista, Atlanta, San Miguel, Río Plata, Talolinga, El Cascal, Verdún, Providencia, Nuevo León, San Martín

Durante la ejecución del trabajo de campo se dieron algunas interrupciones en las entrevistas de origen y destino debido a dificultades con el apoyo policial y las condiciones del clima. Por un período no hubo apoyo policial en la Estación 01 (Salida de Chinandega – El Guasaule, distrito "La Grecia N° 2"), y también la policía llegó con retraso a las demás estaciones que se encontraban en la carretera NIC.1. Ello se compensó con un mayor esfuerzo de los encuestadores por obtener la información necesaria para el estudio de tráfico.

La Tabla 5.4.4 presenta una lista de las tasas de muestro de la entrevista para cada categoría de vehículos.

Tabla 5.4.4 Tasas de entrevista

Tipo de vehículo	*Entrevistas*	*Tasa de muestreo (%)*
Carro	1102	47.2
Camioneta	2957	59.5
Microbús	198	43.2
Autobús	782	60.3
Camión pequeño	1408	82.8
Camión mediano	779	78.8
Camión pesado	330	51.8
Motocicleta	363	56.8
Bicicleta	274	27.9
Tractor	59	57.8
Taxi	132	44.0
Otros	136	59.1
Total	8520	58.2

En toda categoría de vehículos se entrevistó a más del 40% del tráfico, y la muestra total estuvo muy por encima del 50%. Ello se considera muy satisfactorio en términos estadísticos.

3) Agregado de los Resultados del Conteo de Tráfico

La Tabla 5.4.5 presenta los recuentos de tráfico promedio para cada sitio y por tipo de vehículo en los dos períodos de 12 horas. Ello se presenta gráficamente en la Figura 5.4.1.

Tabla 5.4.5 Agregado del Conteo de Trafico, Junio 2002, 06.00 a 18.00 horas

Sitio	*1*	*2*	*31*	*32*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Carro	141	160	212	149	87	375	402	280	533
Camioneta	317	300	335	309	288	788	763	711	1160
Microbús	121	36	8	14	19	76	91	47	48
Autobús	165	98	83	76	62	168	203	197	248
Camión pequeño	133	63	105	103	120	173	398	305	303
Camión mediano	158	85	122	38	18	137	137	128	168
Camión pesado	259	35	66	2	14	67	39	40	118
Motocicleta	99	46	69	100	39	90	85	77	37
Bicicleta	266	118	98	90	69	73	141	65	66
Tractor	26	11	1	0	8	8	44	1	5
Taxi	115	5	12	15	10	17	70	33	26
Otros	1	1	30	1	0	3	57	135	5
Total	1798	955	1138	894	732	1972	2426	2016	2714

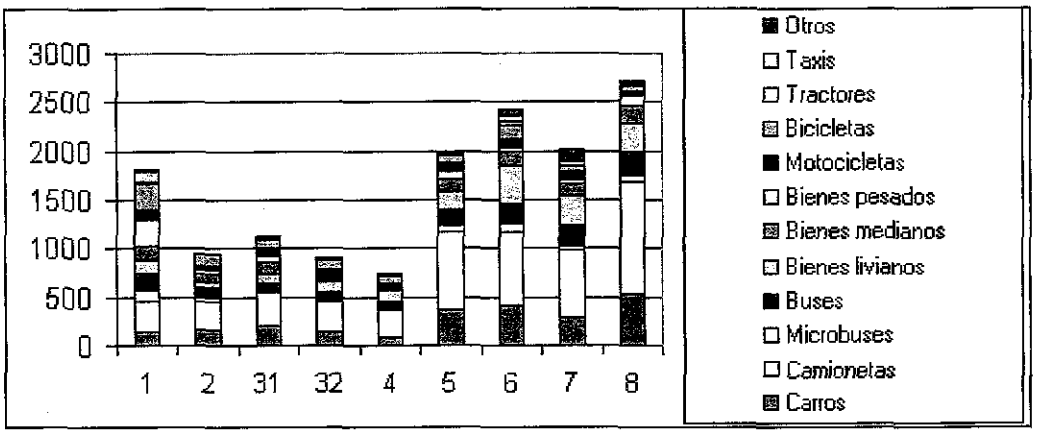

Figura 5.4.1 Agregado del Conteo de Tráfico, Junio 2002, 06.00 a 18.00 horas

La Figura 5.4.2 muestra los perfiles horarios a lo largo del día de doce horas y en cada sitio. Los sitios 1, 2, 31, 32, 4 y 7 presentan perfiles relativamente planos durante el día. Sin embargo, los sitios de NIC1 tienden a presentar una mayor variación. El sitio 5 (Santa Cruz, NIC.1) presenta un pico fuerte al anochecer, entre las 16.00 y las 17.00 horas. El sitio 6 (Sébaco, NIC.1) presenta un pico en la mañana (06.00 a 7.00 horas), y en el Sitio 8 (San Benito, NIC.1) se observaron volúmenes mucho más altos después de las 12:00 horas que en las seis horas anteriores.

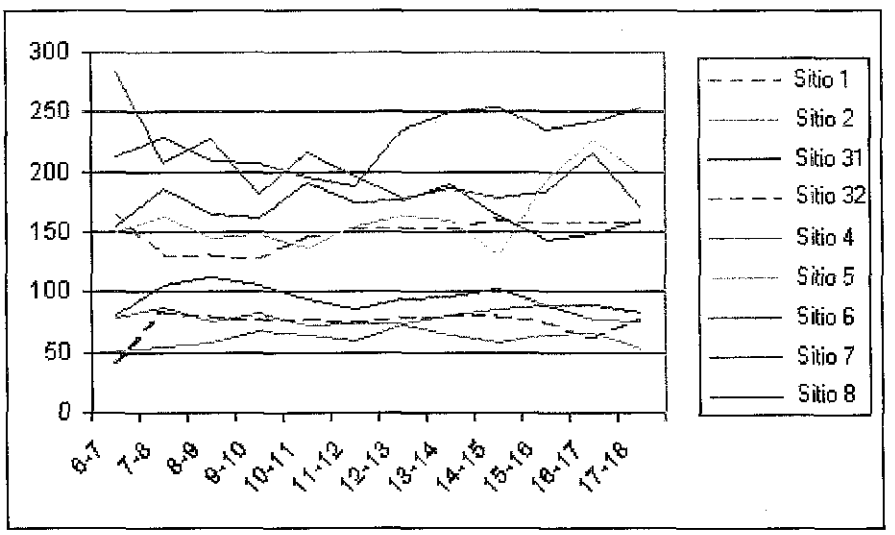

Figura 5.4.2 Variación de Tráfico Total por Hora en todos los sitios

La Figura 5.4.3 muestra el perfil horario del tráfico que se observó en los dos sitios donde se realizaron conteos de 24 horas. Se encontró que en el Sitio 2 (Telica, NIC.26) la hora pico es de las 15.00 a las 16.00 horas, en que se observó el 7.1% del tráfico de 24 horas. La hora pico en el Sitio 6 (Sébaco, NIC.1) fue de las 06.00 a las 07.00 horas, cuando se observó el

8.3% del tráfico de 24 horas. En el Sitio 2, el 76.5% del tráfico de 24 horas se observó durante el día de doce horas, mientras que en el Sitio 6 la cifra fue menor, de un 70.7%.

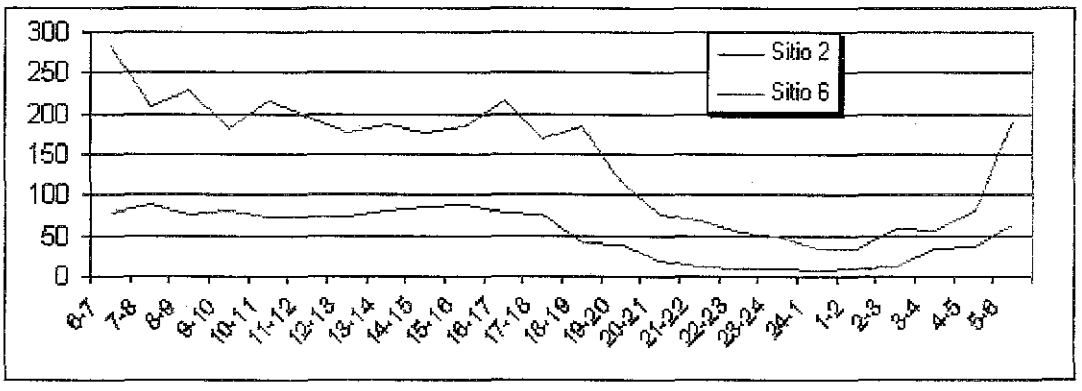

Figura 5.4.3 : Variación total de Tráfico por hora, 24 Horas, Sitios 2 y 6

Se cuenta con datos para convertir los conteos de 12 horas en conteos de 24 horas en las veinte carreteras principales de Nicaragua para el año 2001, como se muestra en la Figura 5.4.4. También se incluyen los datos de los Sitios 2 y 6 del estudio. Se observa que los datos del Sitio 2 están muy cerca del promedio observado, y luego se adoptó este último valor. La proporción resultante de tráfico diario que se da en el período de doce horas es de 0.762, y el factor de conversión de 12 a 24 horas es 1.31.

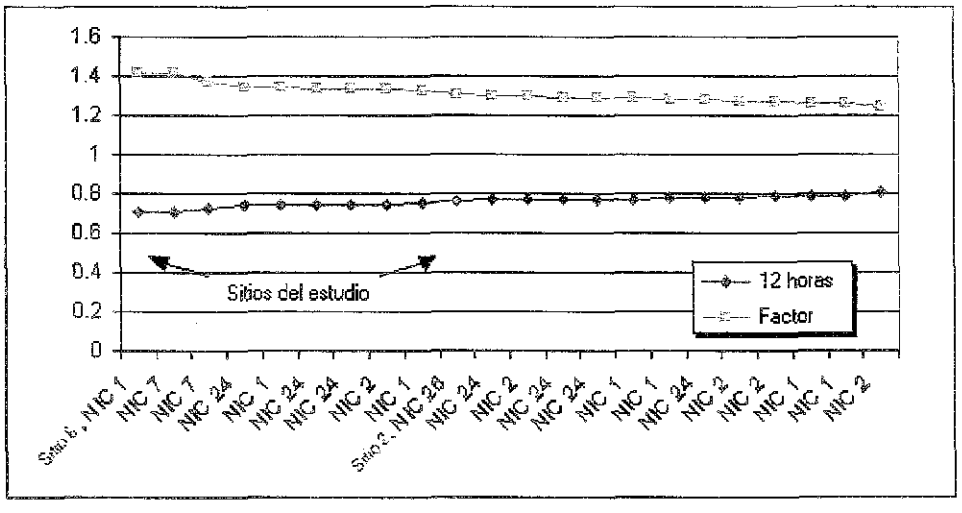

Figura 5.4.4 Relación Observada entre 12-horas y 24-horas de Conteo

Labial, S.A. preparó factores para permitir el cálculo del tráfico diario promedio. Dichos factores se presentan en la Tabla 5.4.6. El factor para convertir el tráfico de junio a un mes promedio es 1.2.

Tabla 5.4.6 Factores de Ajuste de Valores Diarios a Semanales

Día	*Factor*
Martes (11 de junio de 2000)	1.15
Miércoles (12 de junio de 2002)	1.04

En la Tabla 5.4.7 se resume la aplicación de los resultados que se dan arriba para convertir los flujos observados de 12 horas en volúmenes de tránsito promedio diario anual (TPDA). El TPDA resultante se muestra en la Tabla 5.4.8.

Tabla 5.4.7 Factores de Conversión a TPDA

Conversión	Factor
12-horas a 24-horas	1.31
Martes/miércoles a promedio de días hábiles	1.0943
Junio a promedio mensual	1.05
12 horas a TPDA	1.51

Los TPDAs construidos a partir de los recuentos del estudio se compararon con los datos históricos del MTI para esos sitios. En la Figura 5.4.5 se muestran las estimaciones de TPDA para el tráfico motorizado (excluyendo bicicletas y tractores) para los años 1997 a 2002. Como acumulado de los nueve sitios, el tráfico ha crecido un promedio de 10.4% anual durante ese período de 5 años.

Tabla 5.4.8 Volúmenes de Tránsito Promedio Diario Anual. Sitios del estudio

Sitio	*1*	*2*	*31*	*32*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Carros	236	262	349	246	143	618	661	459	879
Camionetas	523	497	552	509	474	1307	1244	1183	1913
Microbuses	205	59	13	23	30	125	152	77	79
Autobuses	277	162	136	125	107	277	333	324	409
Bienes livianos	224	103	175	173	198	284	647	501	481
Bienes medianos	263	140	200	62	29	225	228	213	276
Bienes pesados	429	57	108	3	21	109	67	65	194
Motocicletas	166	76	113	165	64	148	141	126	62
Bicicletas	441	193	163	148	115	120	233	104	109
Tractores	42	18	2	0	12	13	75	1	9
Taxis	190	8	19	24	17	29	116	54	42
Otros	1	1	49	1	0	5	96	222	8
Total	2998	1576	1880	1479	1211	3261	3993	3327	4460

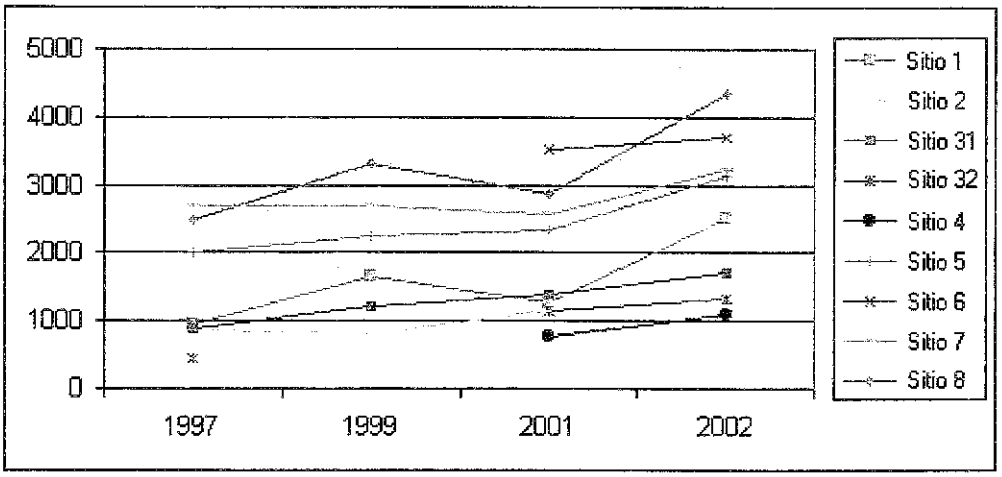

Figura 5.4.5 Crecimiento de Tránsito Motorizado en los Sitios del Estudio

4) Resultados Acumulados de las Encuestas

En la Tabla 5.4.9 se presenta una lista del número de entrevistas completas que se llevaron a cabo en cada sitio.

Tabla 5.4.9 Total de Entrevistas Válidas por Sitio

Sitio	Entrevistas	Sitio	Entrevistas
1	535	5	934
2	1347	6	1233
31	635	7	882
32	897	8	1604
4	453	Total	2520

La Tabla 5.4.10 presenta una lista de la ocupación promedio observada, por tipos de vehículos.

Tabla 5.4.10 Ocupación Vehicular Promedio Observada

Sitio	*Ocupación de vehículo (incluyendo al conductor)*
Carros	3.0
Camionetas	2.7
Microbuses	9.7
Autobuses	32.1
Bienes livianos	2.8
Bienes medianos	2.8
Bienes pesados	2.3
Motocicletas	1.4
Bicicletas	1.3
Tractores	2.6
Taxis	2.9
Otros	2.8

La Figura 5.4.6 muestra la distribución de pesos de carga por tipo de camión. La Tabla 5.4.11 presenta una lista de las cargas promedio que transporta cada tipo de camión. Se observó que los camiones cargados transportan en promedio 7.8 toneladas. Tomando el cuenta el peso del camión descargado, el promedio baja a 4.8 toneladas. Se observó que casi la mitad de los camiones livianos corrían sin carga o sólo con pasajeros. Ello refleja el hecho de que la mayoría de estos camiones opera con carga en sólo una dirección. Sin embargo, la eficiencia de los camiones medianos es más alta, y la mayor de todas es la de camiones pesados, en que apenas un 23.3% opera sin carga. De manera que a medida que aumentan los costos de operación de un vehículo hay un mayor incentivo para atraer cargas de retorno.

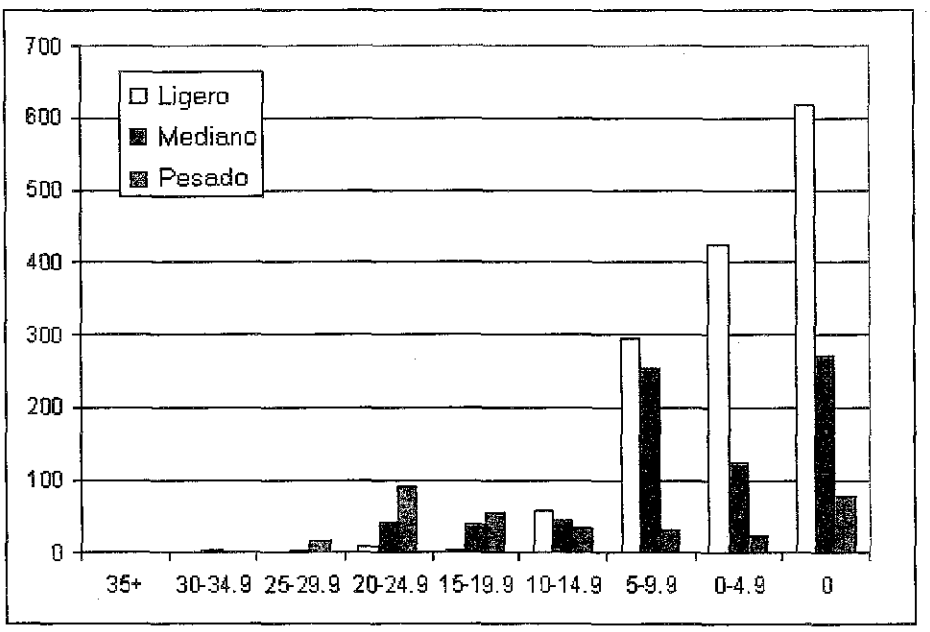

Figura 5.4.6 Distribución de las Cargas Observadas que Transporta Cada Tipo de Camión

Tabla 5.4.11 Cargas Promedio por Tipo de Camión

Camión	Carga promedio (camiones cargados), en toneladas	% de Camiones sin Carga	Carga promedio (todos los camiones), en toneladas
Liviano	4.9	43.9	2.8
Mediano	8.5	35.0	5.5
Pesado	15.3	23.3	11.7
Todos los camiones	7.8	38.5	4.8

En la Tabla 5.4.12 se presentan los tipos de carga de los camiones.

Tabla 5.4.12 Cargas Transportadas por los Tipos de Camiones Encuestados

Tipo de Carga	% de Camiones	% Livianos	% Medianos	% Pesados
Otros productos no alimenticios	24.4	23.8	26.8	21.7
Otros productos alimenticios	21.5	28.4	12.7	15.0
Construcción	11.4	10.7	15.7	4.7
Productos químicos	8.1	7.7	7.7	10.7
Arroz	6.0	7.1	4.2	5.9
Granos	5.0	4.1	6.6	5.1
Cemento	3.9	2.6	3.9	9.1
Madera	3.7	2.8	3.0	8.7
Aceite, petróleo	3.1	1.9	5.5	3.6
Ganado	2.9	3.6	2.4	1.6
Metales	2.3	1.3	3.5	3.2
Azúcar	2.1	1.0	4.2	2.0
Bananos	1.6	1.5	0.9	3.6
Productos de carne de res	1.3	1.6	1.1	0.4
Café	1.0	0.8	0.9	2.4
Tabaco	0.6	0.5	0.4	1.6
Algodón	0.6	0.4	1.1	0.4
Semillas de ajonjolí	0.2	0.2	0.0	0.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

La carga más común es la de otros productos no alimenticios distintos de los que figuran en la lista de arriba. Esta denominación incluye bienes manufacturados. Los productos no alimenticios, distintos del arroz, granos, azúcar, bananos, carne de res y semilla de ajonjolí, incluye productos lácteos y otros alimentos procesados. El equipo y materiales de construcción representan más del 10% del tráfico de bienes. Junto con el cemento, esta categoría representa el 15.3% de todos los bienes transportados en vehículos.

El límite de peso para un camión de dos ejes es 13.5 toneladas. Se registró sobrepeso en apenas el 1.1% de los camiones. El límite de peso para los camiones de tres ejes es de 23

toneladas. Se encontró que el 1.2% de esos camiones estaba sobrecargado. No se registró sobrecarga en los vehículos pesados que transportaban bienes.

La Tabla 5.4.13 presenta una lista de los principales puntos de origen y destino que se registraron durante las encuestas. Managua fue el que se registró más frecuentemente (16.4%). Las ciudades que se encuentran en las carreteras objeto, como Estelí, Sébaco, Ocotal, Somoto, Matagalpa, Chinandega, San Isidro, Ciudad Darío, Jinotega y La Trinidad representaron un 49.4% adicional de los orígenes y destinos.

Tabla 5.4.13 Distribución de Frecuencia de Origen y Destino

Origen/Destino	Encuestas	%
Managua	2793	16.4
Estelí	1898	11.1
Sébaco	1079	6.3
Ocotal	998	5.9
Somoto	944	5.5
León	940	5.5
Matagalpa	544	3.2
Chinandega	517	3.0
San Isidro	435	2.6
Cuidad Darío	386	2.3
Jinotega	385	2.3
La Trinidad	283	1.7
Honduras	250	1.5
Yalagüina	233	1.4
El Sauce	144	0.8
El Guasaule	142	0.8
La Grecia	130	0.8
Tipitapa	114	0.7
Telica	109	0.6
Mina El Limón	108	0.6
Masaya	105	0.6
Costa Rica	103	0.6
Santa Cruz	102	0.6
Corinto	100	0.6
Otros	4196	24.6

La Figura 5.4.7 presenta la distribución por sitio de los propósitos de los viajes. En todos los sitios, los vehículos encuestados fueron dominados por viajes de, hacia y en el curso de trabajos. En promedio, el 83% de todos los viajes tuvieron como propósito una actividad de trabajo. En el Sitio 1 la cifra subió a 92%. Los negocios personales, inclusive los de compras, representaron el 7% de las respuestas.

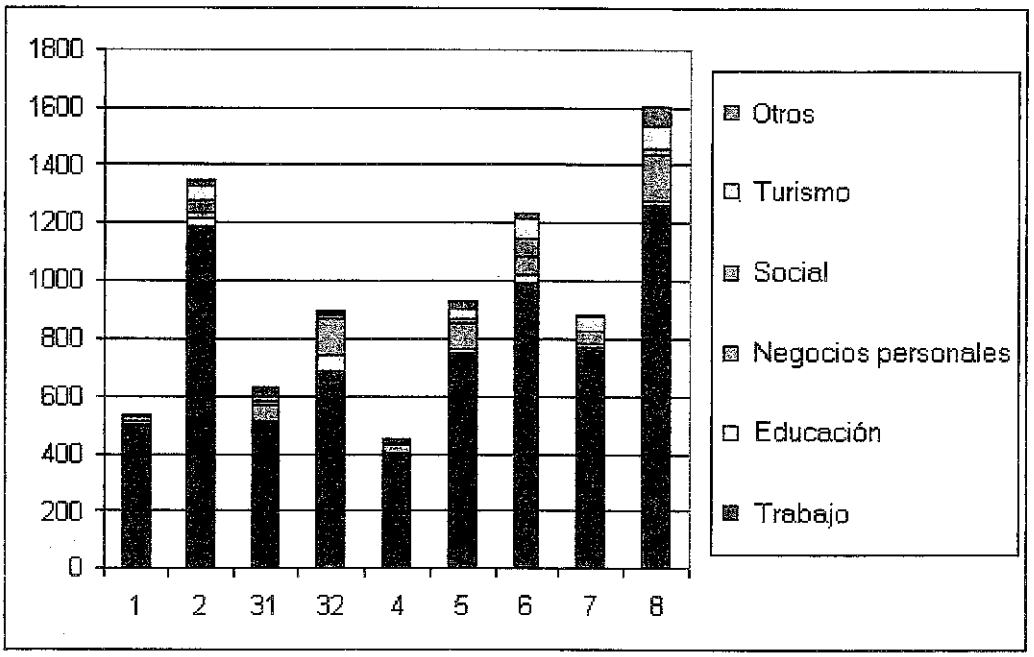

Figura 5.4.7 Número de Entrevistas en Cada Sitio, por Propósito de Viaje

5.4.2 Datos Relativos al Pronóstico de Demanda de Tráfico

1) Costos de Operación de Vehículos

Los parámetros de los costos de operación de los vehículos se tomaron del Plan Nacional de Transporte de 2001. Los costos de combustibles y lubricantes se actualizaron a los valores de 2002. Los datos de ocupación de los vehículos se tomaron de las encuestas de 2002, puesto que reflejan las condiciones que se dan en las carreteras objeto más exactamente que el promedio nacional. Los valores del tiempo de los pasajeros no se incluyeron en los costos de operación de los vehículos (por cada mil kilómetros), sino que se calcularon separadamente y se convirtieron en costos por hora vehículo. De esta manera, los resultados del modelo de tráfico pueden usarse para estimar directamente los ahorros en tiempo de los pasajeros, y por lo tanto sus costos.

La composición de los costos de operación por tipo de vehículo se muestran en la Figura 5.4.8. El componente de combustible tiende a ser mucho más alto en Nicaragua que en muchos otros países, debido al costo de la gasolina (29.99 córdobas por galón [US$ 2.13) y el diesel (23.0 córdobas por galón, [US $ 1.64]) que se observó en junio de 2002.

Los costos de operación de los vehículos por cada 1,000 kilómetros, y los costos para los pasajeros, se resumen en la Tabla 5.4.14

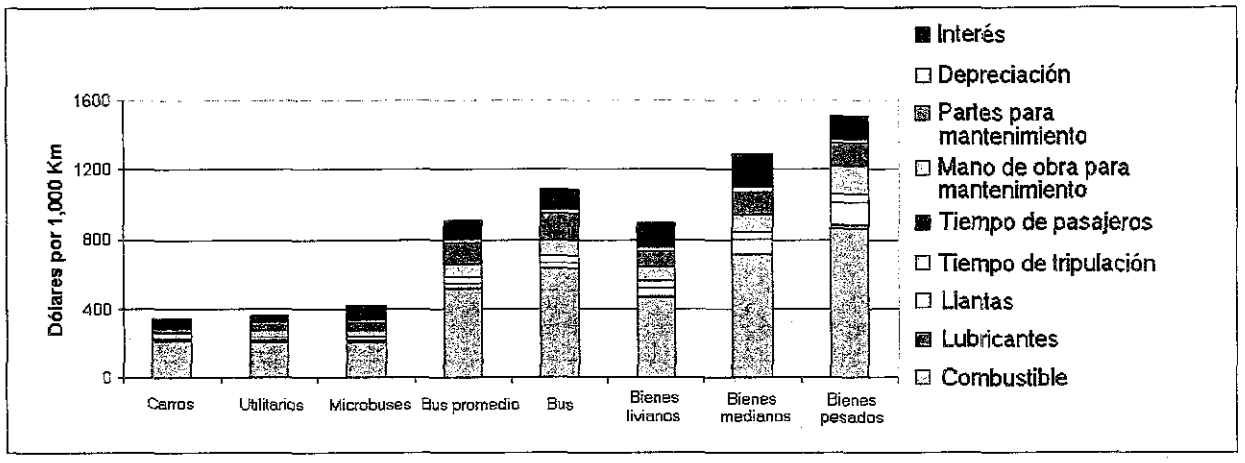

Figura 5.4.8 Costos de Operación de Vehículos. Nicaragua, 2002
Dólares de Estados Unidos por cada 1,000 Km

Tabla 5.4.14 Costos de operación de vehículos y costos para pasajeros. Nicaragua 2002

Tipo de vehículo	*Costos de operación por cada 1,000 Km, en dólares*	*Costos para los pasajeros por hora vehículo*
Carro	341.9	2.84
Camioneta	365.6	1.09
Microbús	421.0	5.31
Autobús promedio	909.8	14.90
Autobús	1082.6	18.35
Camión pequeño	891.9	1.04
Camión mediano	1289.8	1.04
Camión pesado	1509.8	0.75

2) Factores del Crecimiento del Tráfico

En este estudio se han establecido dos años para las predicciones: 2010 y 2020. Las predicciones para ambos se presentan en la Tabla 5.4.15.

Tabla 5.4.15 Factores de crecimiento del tráfico para 2010 y 2020

	Crecimiento de 2002 a 2010	Crecimiento de 2002 a 2020	Descripción funcional
Carros	1.57	2.74	Crecimiento de la población por crecimiento de la propiedad de vehículos
Camionetas	1.57	2.74	Crecimiento del PIB por crecimiento de la propiedad de vehículos
Autobuses	1.29	1.78	Población
Camiones (Agricultura)	1.68	2.87	Crecimiento del sector agrícola
Camiones (Otros del sector primario)	1.19	1.60	Crecimiento de otros del sector primario
Camiones (Industria)	1.66	2.79	Crecimiento del sector industrial
Camiones (Construcción)	1.65	2.91	Crecimiento del sector de la construcción
Camiones (Vacío, otros)	1.62	2.70	Crecimiento económico promedio

El crecimiento del tráfico dependerá mucho del crecimiento económico. Las predicciones sobre el PIB son relativamente optimistas y prevén un crecimiento sostenido de la economía de alrededor de 5% a lo largo de un período de 20 años. Se ha desarrollado una prueba con el fin de evaluar los efectos de un crecimiento menor. En esa prueba se supone que la economía crece un 60% de las tasas predichas en la Tabla 5.2.1, igualmente en todos los sectores. Cuando ese menor crecimiento se convierte a factores de crecimiento de tráfico, se producen los valores que aparecen en la Tabla 5.4.16.

Tabla 5.4.16 Factores de crecimiento del tráfico (Prueba de sensibilidad)

	Crecimiento de 2002 a 2010	Crecimiento de 2002 a 2020
Carros	1.31	1.83
Camionetas	1.21	1.48
Autobuses	1.29	1.78
Camiones (Agricultura)	1.21	1.48
Camiones (Otros del sector primario)	1.07	1.19
Camiones (Industria)	1.20	1.45
Camiones (Construcción)	1.20	1.48
Camiones (Vacío, otros)	1.12	1.38

3) Valores del tiempo y costos

Se espera que los valores del tiempo se eleven junto con el incremento del PIB por cabeza. Los factores que se deberán aplicar a los costos de los pasajeros por hora vehículo (Tabla 5.4.14) se presentan en la Tabla 5.4.17. En la prueba de sensibilidad, se prevé que se reduzcan los valores del tiempo debido a una reducción en el PIB per cápita, puesto que se espera que la población crezca a una tasa mayor que la del PIB. Los valores del costo se mantienen constantes a precios de 2002 en dólares de Estados Unidos.

Tabla 5.4.17 Factores de Crecimiento Aplicados al Valor del Tiempo. Valores en Dólares de EE.UU. para 2002

	2002 a 2010	2002 a 2020
Caso base	1.239	0.924
Prueba de sensibilidad	2.678	0.811

4) Parámetros de Evaluación

Los costos que resultan de un desastre en las carreteras objeto se calculan usando los cambios brutos de kilómetros-vehículo y horas-vehículo para cada tipo de producto de vehículo emitido por el Modelo de Tráfico JICASTRADA.

Los kilómetros-vehículo y horas-vehículo se convierten en unidades monetarias usando los valores de tiempo y costo de las Tablas 5.4.14 y 5.4.17. En la Tabla 5.4.18 se presentan otros parámetros de evaluación.

Tabla 5.4.18 Parámetros de evaluación

Parámetros	**Valor**
Año base de la evaluación	2002
Precio base	2002, precios constantes
Período de evaluación	21 años
Costo de mantenimiento de carreteras por kilómetro y año	$,1313
Factor de conversión de costo de construcción a costo total de capital (menos de US$ 50,000)	1.92
Factor de conversión de costo de construcción a costo total de capital (más de US$ 50,000)	2.05
Perfil de gastos de costo de capital (obras permanentes)	100% en 2003
Perfil de gastos de costo de capital (obras temporales)	100% en 2003, repetido cada tres años
Costos de mantenimiento (obras permanentes)	5% del costo total del capital, anualmente
Costos de mantenimiento (obras temporales)	Cero
Tasa de descuento	10%

5.4.3 Pronóstico de Demanda de Tráfico

1) Metodología General

La demanda general de movimientos de tráfico se ha formulado usando una combinación de datos de las encuestas de tráfico y las proyecciones de crecimiento económico de Nicaragua. Se utiliza el modelo de asignación de tráfico JICASTRADA[1] para predecir la forma de las rutas de tráfico en la red de carreteras.

Los módulos clave de JICASTRADA que se usaron en este estudio fueron los siguientes:

Editor de red (Network Editor)	Para construir, modificar y someter a prueba las redes de carreteras
Manipulador de matrices OD (OD Matrix Manipulator)	Para construir matrices de demanda de tráfico
Asignación incremental (Incremental Assignment)	Para asignar tráfico a la red
Informes de carreteras (Highway Reporter)	Para visualizar volúmenes de tráfico y estadísticas de la red.

2) Red de Carreteras

La carretera del año base (2002) comprende 83 nodos y 113 conectores, y se muestra en la Figura 5.4.9, Carreteras objeto, en color rojo.

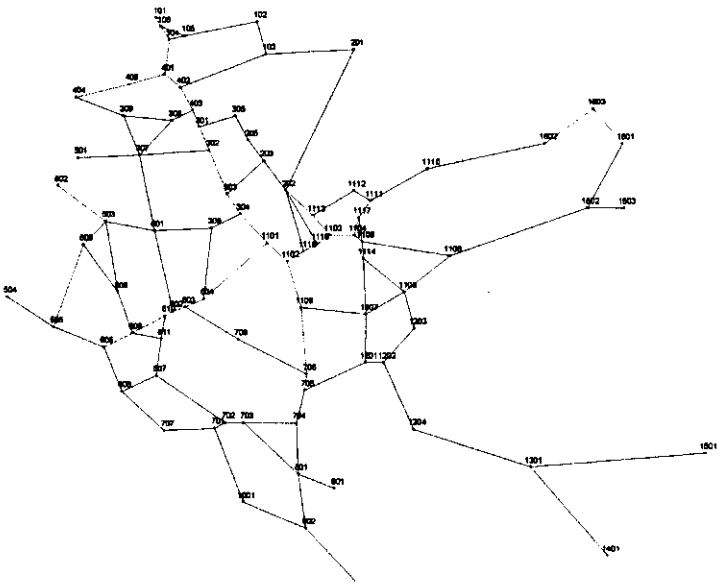

Figura 5.4.9 Red de Carreteras del Año Base

(1) JICASTRADA Versión 2, International Cooperation Data Service Co., Ltd, JICA, 1997 – 2000

La Figura 5.4.10 muestra las principales carreteras de la red, junto con nombres de lugares.

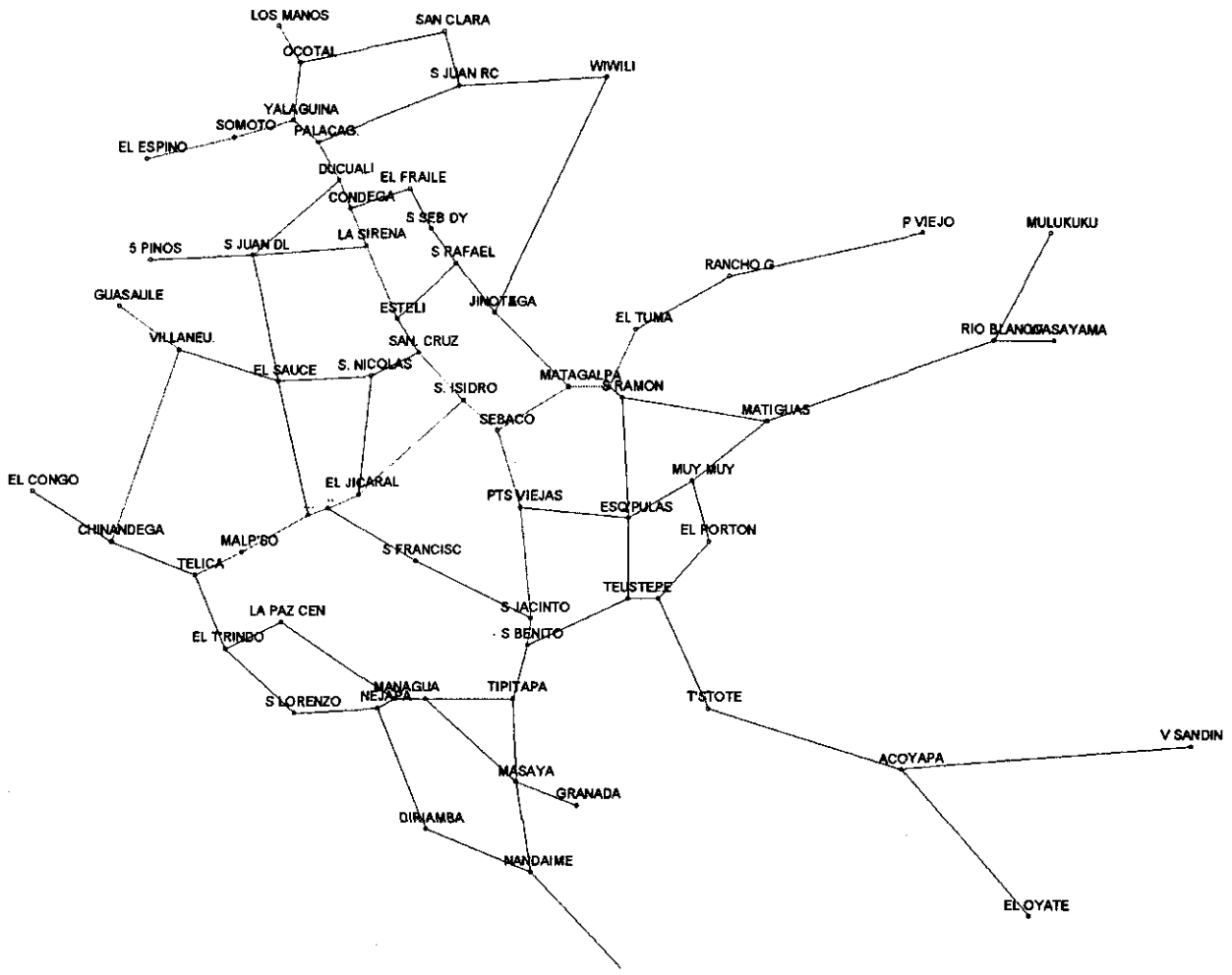

Figura 5.4.10. Carreteras Principales de la Red en el Año Base

Todos los tramos se codificaron por longitud, velocidad máxima, capacidad y volumen y función de retraso. En cada caso se usó un QV de tipo 1. Actualmente hay poca congestión en las carreteras objeto. Se especificaron seis modalidades de tráfico: carro (1), utilitarios/camionetas (2), autobuses (3), camiones pequeños(4), camiones medianos (5) y camiones grandes(6). Las zonas de tráfico de 1 a 45 están conectadas a la red por los nodos que figuran en la Tabla 5.4.20.

3) Matrices del Año Base

Se construyeron matrices para el año base (2002) a partir de las encuestas de origen y destino con los factores de recuentos de tráfico que se registraron en junio de 2002. En el caso de las modalidades de tráfico 1 a 3, se adoptó el procedimiento que sigue: todas las entrevistas se

introdujeron a nueve matrices separadas, por sitio. Los sitios se combinaron para cada modalidad y se retiraron los viajes que se contaban por segunda o tercera vez. Para las modalidades 4 a 6, los datos de las entrevistas se introdujeron por modo a cinco matrices separadas, que representan construcción (1), industria (2), otros productos del sector primario (3), vacíos/otros (4) y agricultura (5). Debido a que las matrices de los datos de las entrevistas eran pequeñas para cada tipo de mercancía, se les combinó por modalidad de tráfico y se les calibró en comparación con los recuentos de tráfico de los nueve sitios.

Tabla 5.4.20 Conectores de Zona

Zona	Nombre	Conector de Nodo
1	Ocotal	104
2	San Fernando	102
3	Honduras vía Los Manos	101
4	Yalagüina	405
5	Honduras vía El Espino	404
6	Quilalí	103
7	Wiwilí	201
8	R.A.A.N.	1601
9	La Cruz de Río Grande	1503
10	La Dalia	1108
11	Matagalpa	1103
12	Telpaneca	402
13	Jinotega	202
14	La Concordia	203
15	Condega	301
16	Estelí	303
17	La Trinidad	304
18	San Juan de Limay	307
19	Honduras vía Guasaule	502
20	Villanueva	503
21	Tonalá	504
22	Chinandega	505
23	Sébaco	1102
24	El Sauce	601
25	El Jicaral	604
26	Malpaisillo	608
27	León	605
28	La Paz Centro	606
29	Managua	701
30	Masaya	801
31	Carazo	1001
32	Granada	901
33	Rivas	902
34	Costa Rica	1701
35	Tipitapa	704
36	San Francisco Libre	708
37	San Jacinto	706
38	San Benito	705
39	Ciudad Darío	1109
40	Boaco	1202
41	Esquipulas	1107
42	Muy Muy	1106
43	Chontales	1301
44	Río San Juan	1401
45	Bluefields	1501

4) Estimaciones de Tráfico para el Año Base

La validación del año base se muestra en la Tabla 5.4.21. Nótese que el modelo no es válido sino en las carreteras objeto.

Tabla 5.4.21 Validación del Año Base.
Flujos de Vehículos de 12 horas. Junio de 2002

Sitio		*Carro/Taxi*	*Utilitarios*	*Buses*	*Bienes livianos*	*Bienes medianos*	*Bienes pesados*	*Total*
1	Observado	255	317	286	133	158	259	1408
	Sintetizado	257	325	282	123	89	179	1255
2	Observado	164	300	134	63	85	35	780
	Sintetizado	170	308	126	126	79	38	847
31	Observado	224	335	91	105	122	66	942
	Sintetizado	209	360	112	104	119	64	968
32	Observado	164	309	89	103	38	2	704
	Sintetizado	165	328	97	100	46	27	763
4	Observado	97	288	81	120	18	14	617
	Sintetizado	112	284	90	131	62	35	714
5	Observado	392	788	241	173	137	67	1796
	Sintetizado	389	706	228	222	157	90	1792
6	Observado	472	763	294	398	137	39	2101
	Sintetizado	550	936	266	366	131	110	2359
7	Observado	394	711	212	305	128	40	1789
	Sintetizado	381	678	229	251	118	49	1706
8	Observado	559	1160	295	303	168	118	2602
	Sintetizado	515	1193	261	326	142	111	2548
Total	Observado	2719	4970	1722	1700	989	637	12736
	Sintetizado	2748	5118	1691	1749	943	703	12952

A las matrices del año base para doce horas se les aplicaron factores para obtener volúmenes de TPDA de acuerdo a los datos que se presentan en el Capítulo 10. Por información, dichas matrices se asignaron a la red, y las estimaciones resultantes de tráfico se presentan en la Figura 5.4.11. En la Tabla 5.4.22 se presentan los datos de la red para 2002. Las matrices completas se presentan en el Apéndice 4.

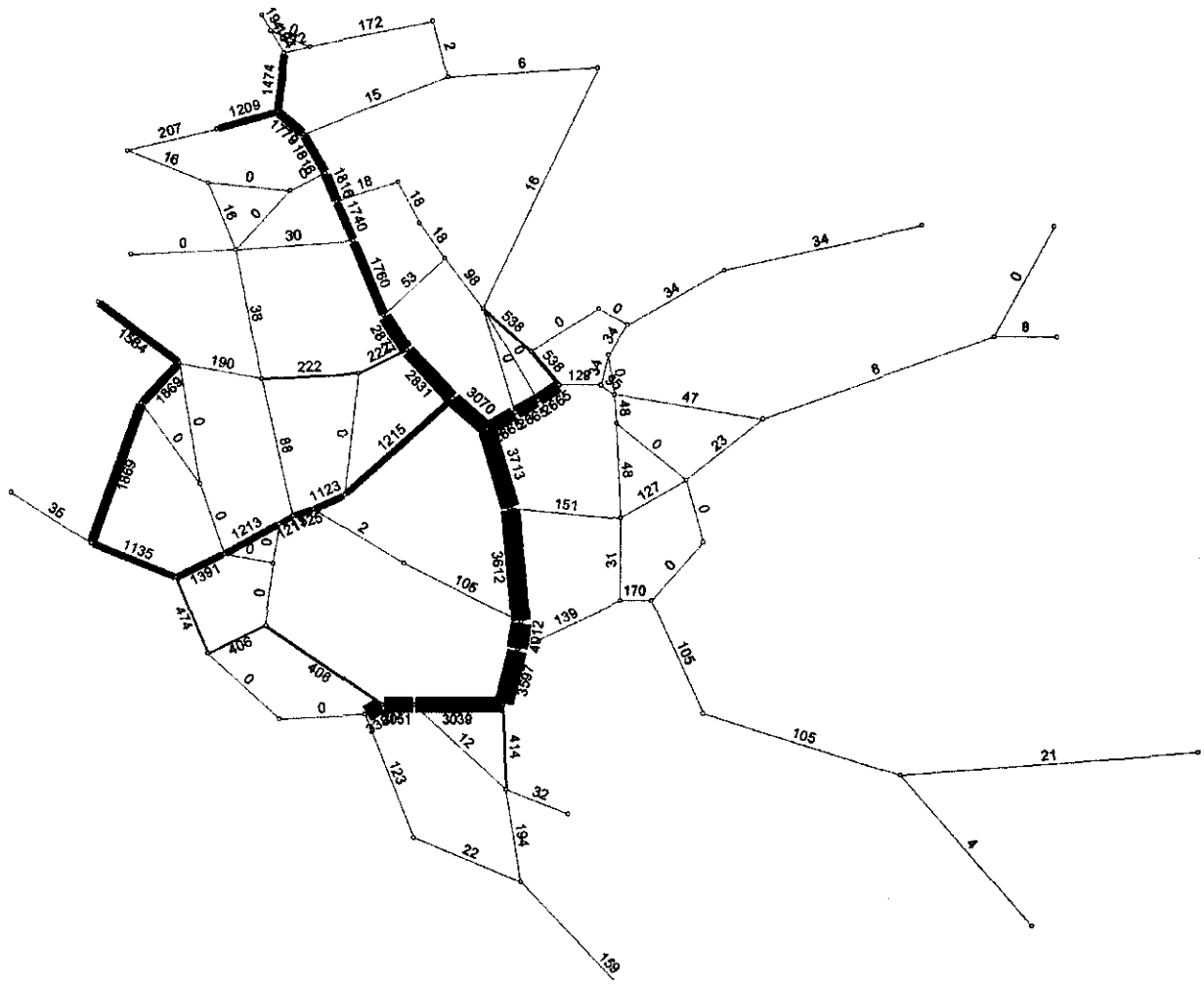

Figura 5.4.11. Estimaciones de flujos de TPDA para 2002

Tabla 5.4.22. Estadísticas de la Red para el Año Base (2002). TPDA estimado

Modalidad	*Horas vehículo*	*Kilómetros vehículo*	*Velocidad promedio (Km/h)*	*Total de viajes*	*Longitud promedio de los viajes (Km)*
Carro (1)	4069	253954	62.4	2367	107.3
Utilitarios (2)	7111	443443	62.4	4409	100.6
Autobuses (3)	2614	157487	60.2	1419	111.0
Bienes livianos (4)	3099	191994	62.0	1515	126.7
Bienes medianos (5)	1731	107714	62.2	726	148.4
Bienes pesados (6)	1479	88568	59.9	546	162.2
Total	20103	1243160	61.8	10982	113.2

5) Pronóstico de Tráfico Anual

Se prepararon matrices de predicciones de demanda de tráfico para tres años: 2003, 2010 y 2020, usando los factores que se derivaron en el artículo 5.4.2. En las encuestas de tráfico no se llevó a cabo ninguna encuesta en NIC.5, de manera que los viajes se agregaron a las matrices de validación entre la Zona 10 (La Dalia) y la Zona 11 (Matagalpa), a fin de coincidir con los recuentos de tráfico que realizó el MTI en 2001. Los totales de viajes de cada matriz de predicciones se resumen en la Tabla 5.4.23.

Tabla 5.4.23 Pronóstico de Totales de TPDA por Año y Modalidad

Vehículo / Año	2003	2010	2020
Carros	2493	3711	6521
Camionetas	5006	7351	12811
Autobuses	1523	1939	2654
Bienes livianos	1533	2481	4136
Bienes medianos	889	1432	2412
Bienes pesados	581	669	1539
Total	12028	17613	30073

Las Figuras 5.4.12, 5.4.13 y 5.4.14 muestran las asignaciones de tráfico para los tres años de las predicciones. En la Tabla 5.4.24 se presentan las estadísticas de la red.

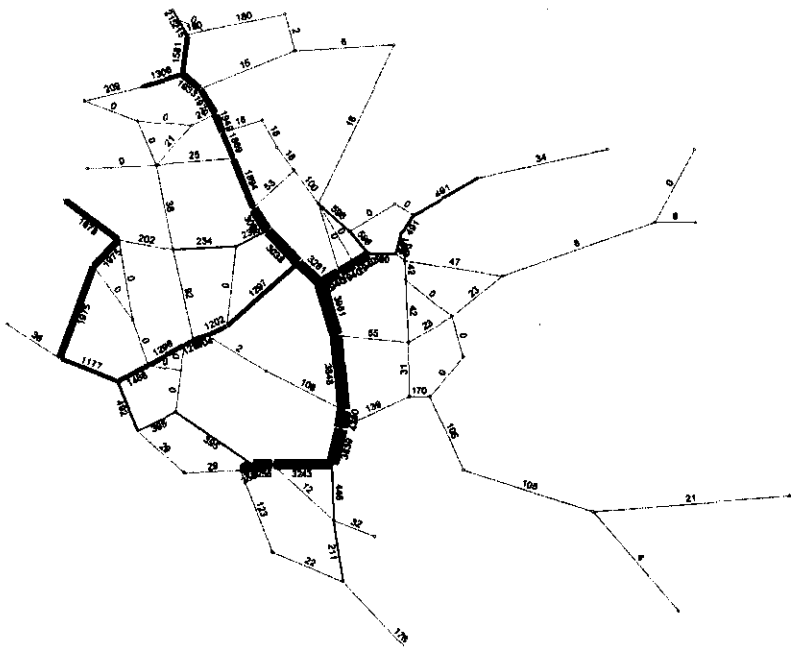

Figura 5.4.12 Pronóstico de Tráfico para 2002, TPDA

Figura 5.4.13 Pronóstico de Tráfico para 2010. TPDA

Figura 5.4.14 Pronóstico de Tráfico para 2020. TPDA

Tabla 5.4.24 Estadísticas de red para la predicción del tráfico anual

	2003		2010		2020	
Modalidad	Horas vehículo	Horas kilómetro	Horas vehículo	Horas kilómetro	Horas vehículo	Horas kilómetro
Carros	4299	268075	6167	391813	11365	713975
Camionetas	7586	472217	10991	691648	19747	1230257
Autobuses	2686	161758	3136	199148	4340	271850
Bienes ligeros	3133	193383	4938	309370	9042	560748
Bienes medianos	2121	131812	3105	199683	6042	379385
Bienes pesados	1560	93606	1684	107094	4146	260251
Total	21387	1320851	30021	1898756	54682	3416466

5.4.4 Evaluación de las Pronóstico de Tráfico

1) Metodología General

Los beneficios que las medidas de prevención de desastres tendrían para el tráfico se evalúan calculando las desventajas que tendría el que ocurriera un desastre. Se supone que un desastre en cada sitio tendría como resultado el cierre de ese enlace particular de la red, y de la necesidad de desviar el tránsito. Cuando el tráfico se desvíe para evitar el enlace cerrado, incurre en dos posibles tipos de desventajas:

- Aumento en el costo de operación de los vehículos por la distancia adicional, y
- Mayores costos de tiempo de pasajeros

El modelo JICASTRADA evalúa estos dos parámetros como datos agregados en toda la red y para cada modalidad de vehículo, en forma de kilómetros-vehículo y horas vehículo. Estos últimos datos se convierten en unidades monetarias usando los parámetros que se presentan en la Tabla 5.4.14. Luego se les expresa como beneficios de realizar medidas de prevención de desastres.

Los costos de las medidas de prevención de desastres se expresan en términos de costo de capital de obras (que se supone que se incurrirán en 2003) y los costos continuos de mantenimiento del enlace. Se supone que los costos de medidas temporales de prevención se repiten cada tres años. Las medidas permanentes representan incurrir en un solo costo de capital, pero en costos anuales de mantenimiento posteriormente.

No hay garantías de que se produzca el flujo de beneficios, puesto que los desastres pueden no darse incluso si no se toman medidas de prevención. Existe una probabilidad de que ocurra un desastre, misma que se utiliza para afectar el flujo de beneficios. Las inspecciones ingenieriles preliminares de los sitios han tenido como resultado dos parámetros que afectan el flujo de beneficios. Esos parámetros son:

- Vida útil máxima de la carretera si no se toman medidas de prevención. Esta vida útil varía de 1 a 20 años, y refleja el riesgo de que se produzca un desastre. Los beneficios se acumulan sólo una vez que ha terminado la vida útil.

- Un indicador de la estabilidad de la pendiente o de las fundaciones del puente, que varía de 70 a 100. Esta puntuación se utiliza para aplicar factores a los beneficios, que luego se acumulan cada año después de que se hayan llevado a cabo las obras de prevención de desastres.

En la Figura 5.4.15 se presenta un ejemplo de una hoja de cálculo de la evaluación de costos y beneficios.

Promedio B/C	16.4

Análisis costo-beneficio

Sitio n°	39	Nodo A	106	Nodo B	105
Nombre del sitio	NIC 15, 13.6	Longitud del enlace (Km)	9		

Tipo de desastre:	Flujo de agua con sedimentos	Permanente/temporal (P/T)	T
Tasa de descuento (%)	10	Período de descuento	21

Riesgo: Sin medidas de prevención, el camino colapsará en años

Puntuación: 70 Factor de beneficio 70

Caso base	
Costos de mantenimiento por Km 1340	
Por Riesgo	**B/C**
Por Puntuación	**B/C** 16.45

Modo	2003 Base	2003 Desastre	2010 Base	2010 Desastre	2020 Base	2020 Desastre
1	268075	268663	391813	392629	713975	715475
2	472217	472951	691648	692847	1230257	1232213
3	161758	161914	199148	199328	271850	272054
4	193383	193522	309370	309600	560748	561418
5	131812	132436	199883	200627	379385	381125
6	93606	94038	107094	107604	260251	261354

TPDA Vehículo Entrada de kilómetros del modelo de tráfico JICASTRADA

Carros, Camionetas, Buses, Bienes livianos, Bienes medianos, Bienes pesados

Costo de capital $ 119169

Beneficios por año, en US$

Costos op. veh. 1000 Km		2003		2010	2020
341.9	588	73379	816	101831	187190
365.6	734	97948	1199	159999	261016
909.8	156	51804	180	59774	67744
891.9	139	45251	230	74875	218114
1289.8	624	293765	944	444413	819152
1509.8	432	238065	510	281049	607838
Total		800211		1121942	2161054

1	4299	4326	6167	6200	11365	11432
2	7586	7612	10991	11023	19747	19813
3	2688	2693	3136	3143	4340	4350
4	3133	3133	4938	4933	9042	9043
5	2121	2142	3105	3136	6042	6090
6	1560	1580	1684	1707	4146	4194

TPDA Vehículo Entrada de horas del modelo de tráfico JICASTRADA

Carros, Camionetas, Buses, Bienes livianos, Bienes medianos, Bienes pesados

Beneficios por año, en US$

Pasajeros VOT, 2002		2003		2010	2020
2.84	27	28744	33	42383	185993
1.09	26	10623	32	15774	70319
14.9	7	39097	7	47168	145843
1.04	0	0	-5	-2352	1017
1.04	21	8187	31	14580	48795
0.75	20	5623	23	7801	35189
Total		92274		125355	486956
Valor de factores de tiempo	Sensibilidad de base	1.027		1.239	2.678
		0.97		0.924	0.811

Año	Costo de capital (US$)	Costo de mantenimiento (US$)	Costo total (US$)	Costo descontado total (US$)	Beneficios Veh Km	Beneficios Veh Hora	Ries Prof	Beneficios totales	Beneficios descontados Por riesgo	Beneficios totales	Beneficios descontados Por puntuación
2002											
2003	119169		119169	107252	800211	92274	0	0	0	0	0
2004	0	12060	12060	9768	846173	97000	0	0	0	860221	534779
2005	0	12060	12060	8792	892134	101726	0	0	0	895702	507167
2006	119169	12060	131229	86099	938098	106452	0	0	0	731183	479729
2007	0	12060	12060	7121	984058	111178	0	0	0	766665	452708
2008	0	12060	12060	6409	1030019	115903	0	0	0	802146	426293
2009	119169	12060	131229	62766	1075981	120629	0	0	0	837627	400634
2010	0	12060	12060	5191	1121942	125355	0	0	0	873108	375844
2011	0	12060	12060	4672	1225854	161515	0	0	0	971158	378247
2012	119169	12060	131229	45757	1329765	197675	0	0	0	1069208	372810
2013	0	12060	12060	3784	1433676	233835	0	0	0	1167258	366298
2014	0	12060	12060	3406	1537587	269995	0	0	0	1265308	357360
2015	119169	12060	131229	33357	1641498	306156	0	0	0	1363358	346547
2016	0	12060	12060	2759	1745410	342316	0	0	0	1461408	334323
2017	0	12060	12060	2483	1849321	378476	0	0	0	1559458	321078
2018	119169	12060	131229	24317	1953232	414636	0	0	0	1657508	307139
2019	0	12060	12060	2011	2057143	450796	0	0	0	1755557	292778
2020	0	12060	12060	1810	2161054	486956	0	0	0	1853607	278217
2021	119169	12060	131229	17727	2161054	486956	0	0	0	1853607	250395
2022	0	12060	12060	1466	2161054	486956	0	0	0	1853607	225355
2023	0	12060	12060	1320	2161054	486956	0	0	0	1853607	202820
Total	834,183	241,196	1075379	438,268				0	0	25,051,302	7,208,522

Figura 5.4.15. Ejemplo de Hoja de Cálculo de Costos y Beneficios

2) Sitios de Simulación de Desastres en el Modelo de Tráfico

La Figura 5.4.16 muestra la ubicación de 55 sitios de posible desastre dentro de la red del modelo de tráfico. Dichos sitios se encuentran en la lista que figura en la Tabla 5.4.25.

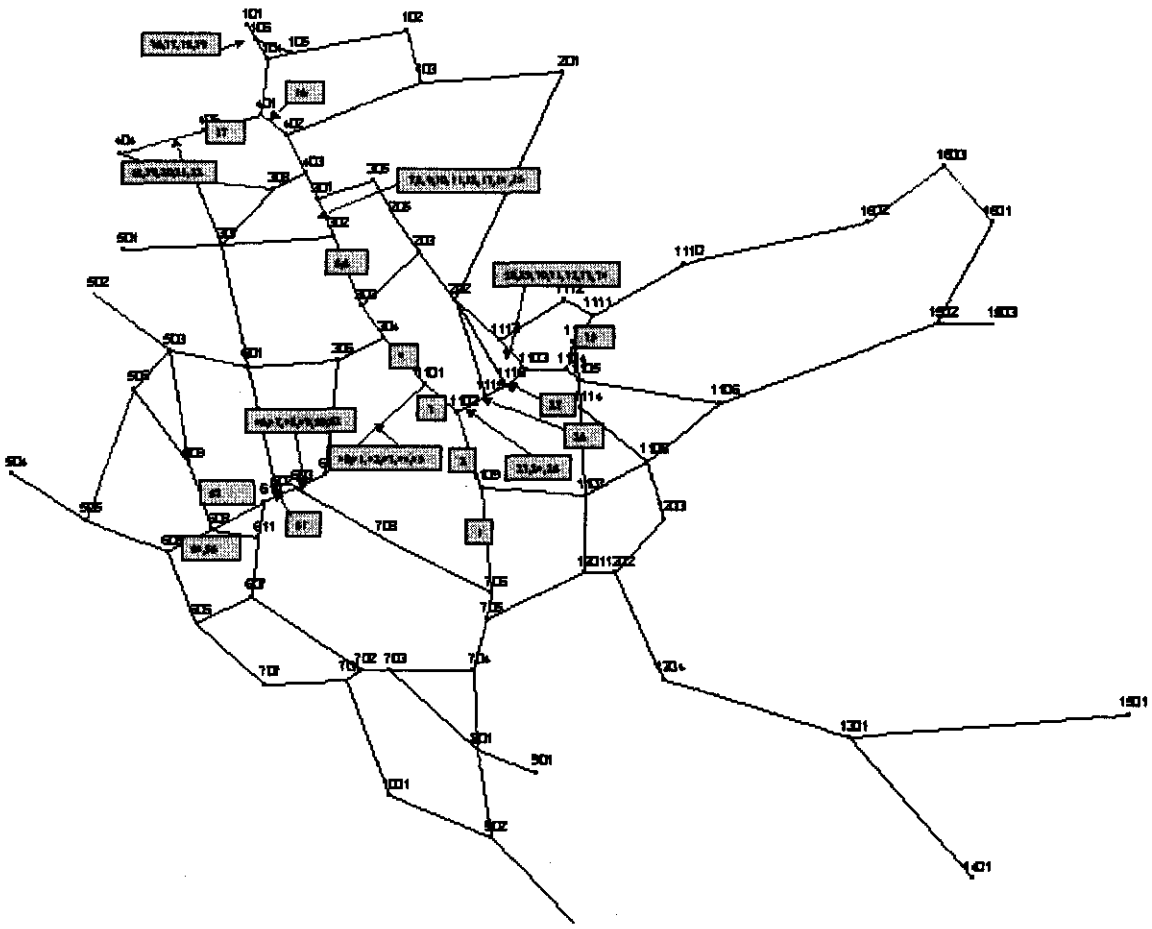

Figura 5.4.16 Sitios de Desastre

Tabla 5.4.25 Enlaces donde pueden darse Desastres según el Modelo de Tráfico

Enlace	Nodo A	Nodo B	Sitios	Enlace	Nodo A	Nodo B	Sitios
1	101	104	36,37,38,39	40	602	603	51
6	405	401	17	41	602	610	53,55
7	405	404	18,18,20,21	42	605	608	52
8	401	402	16	55	1102	1109	2
14	301	302	7,8,9,10,11,12,13,14,15	57	1109	706	1
22	302	303	5,6	82	1117	1111	35
32	304	1101	4	83	1115	1116	26
33	1101	1102	3	90	1102	1115	23,24,25
37	1101	604	40,41,42,43,44,45	91	1116	1103	27
38	603	604	46,47,48,49,50,54	94	1113	1103	28,29,30,31,32,33,34

Los sitios de desastre se evaluaron retirando al enlace relevante de la Tabla 5.4.25 y llevando a cabo una asignación de tráfico. La Figura 5.4.17 muestra un ejemplo para los sitios 28 a 34, que es el camino que está entre Matagalpa y Jinotega. Se prevé que un desastre que suceda en 2010 tendrá como resultado los flujos de tráfico que se muestran abajo.

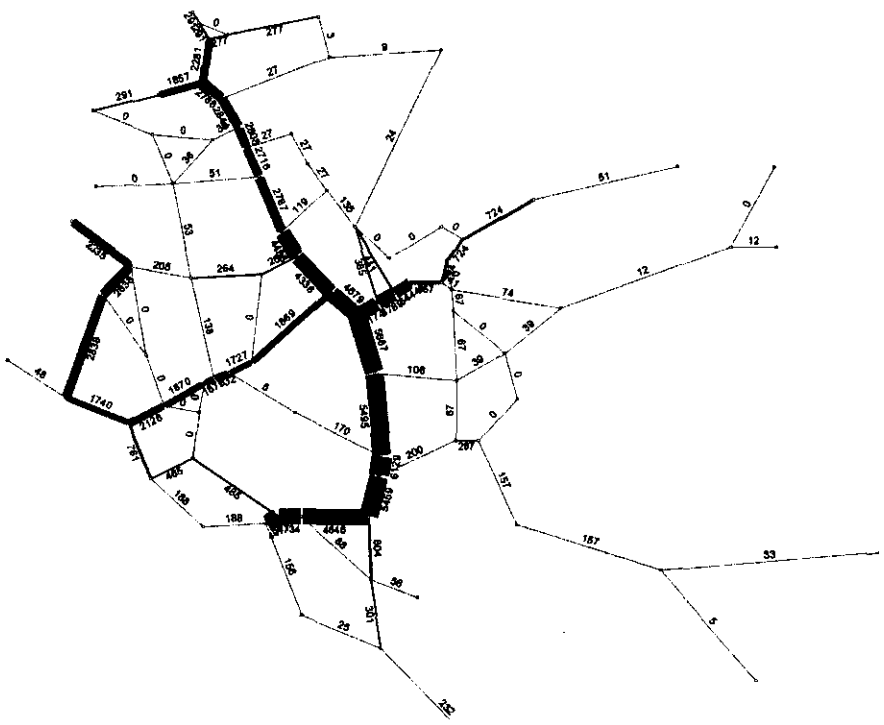

Figura 5.4.17 Pronóstico de Volúmenes de TPDA, 2010. Sin enlace n° 94

Las estadísticas de red para cada tipo de vehículo para los años 2003, 2010 y 2020 se extrajeron del modelo JICASTRADA y se introdujeron a la hoja de evaluación. Los datos para los años intermedios se estimaron por interpolación lineal. Los beneficios para los años posteriores a 2002 se mantuvieron constantes, en cifras para 2002. Las proporciones de beneficios a costos de cada sitio se calcularon y se muestran en la Tabla 5.4.26 y la Figura 5.4.18.

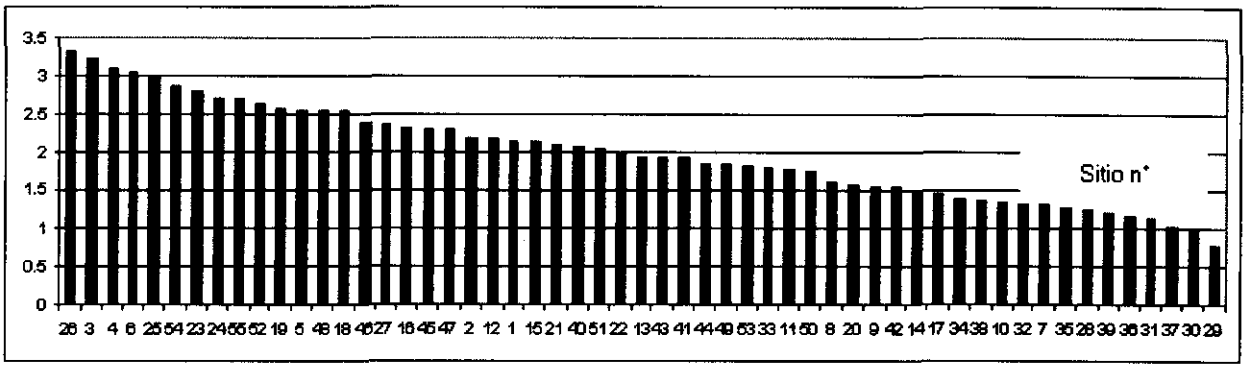

Figura 5.4.18 Proporciones Beneficio/Costo de los Sitios de Desastre (escala logarítmica)

Tabla 5.4.26 Proporción beneficios/costos por sitio de desastre

Sitio	Proporción beneficio a costo
1	137
2	153
3	1720
4	1240
5	365
6	1155
7	20
8	41
9	36
10	22
11	59
12	146
13	85
14	31
15	134
16	202
17	28
18	353
19	374
20	37
21	121
22	103
23	613
24	500
25	1001
26	2083
27	238
28	18
29	6
30	10
31	14
32	21
33	62
34	25
35	18
36	14
37	11
38	23
39	16
40	115
41	85
42	35
43	85
44	71
45	200
46	245
47	197
48	361
49	70
50	55
51	112
52	436
53	69
54	730
55	488

No fue posible llevar a cabo todas las pruebas de sensibilidad a los niveles menores de tráfico. La Tabla 5.4.27 presenta la comparación de las proporciones de beneficios a costos para ocho sitios de caso base, y pruebas de sensibilidad del tráfico. Las proporciones de beneficios a costos se mantienen relativamente altas, incluso bajo supuestos de menor crecimiento del tráfico.

Tabla 5.4.27 Pruebas de sensibilidad en la proporción beneficios a costos

Número de sitio	**Proporción beneficios a costos**	
	Caso base	*Sensibilidad*
2	153	111
17	28	20
23	613	463
24	500	378
25	1001	757
36	14	10
37	11	7
38	23	16

3) Incorporación de riesgos

Aunque los beneficios de que se informó en el artículo 2) son útiles para preparar prioridades de inversión, no se les puede considerar valores *absolutos*. Ello se debe a que, en esta etapa, no se ha considerado el elemento riesgo. Los beneficios que se presentan arriba suponen que, sin tomar medidas de control, habrá de presentarse un desastre a finales del año 2003. Ello es extremadamente improbable, y además el elemento riesgo varía de sitio a sitio. Este factor se incorporará en la siguiente etapa del trabajo.

5.5 Identificación de los Sitios para la Prevención de Desastres

5.5.1 Generalidades

En los sitios críticos de desastre que se identificaron en el Artículo 3.7 es necesario establecer medidas de control urgentes, ya sea temporales o permanentes. Y las medidas de control para esos sitios deben planearse tomando en consideración varios factores. Los sitios críticos de desastre se evalúan de la forma siguiente:

<Sección 5.1>

- Estudio hidrológico : Evaluación del socavamiento de fundaciones de puentes
- Estudio geológico: Evaluación de la meteorización y el colapso de rocas.

< Sección 5.3>

- Estudio ambiental : Evaluación de factores ambientales

< Sección 5.4>

- Demanda futura de tráfico: predicciones de tráfico hasta el año 2020
- Relación beneficio/costo: evaluación por beneficios y costos.

Las seis (6) carreteras objeto han sido calificadas como vías importantes de transporte. Los sitios críticos de desastre se encuentran en las carreteras objeto, a excepción de NIC 24. En estos sitios es imposible decidir sólo según los elementos que se mencionaron arriba, puesto que el volumen de tráfico no es el único factor para elegir a un sitio crítico de desastre, sino que también son importantes el medio ambiente y las condiciones de daño a pendientes o socavamiento de puentes en los alrededores. Además, en algunos de los puntos críticos el volumen de tráfico es pequeño, y se supone que la demanda de trafico podría ser inferior a un TPDA de 1,000 vehículos.

Por lo tanto, la identificación de los sitios de prevención de desastres en las carreteras debe hacerse considerando índices de evaluación, como nivel de estabilidad, volumen de tráfico, condiciones ambientales de los alrededores, planes de desarrollo en los alrededores, condiciones naturales, beneficios y nivel de restauración, etcétera.

5.5.2 Características de los sitios críticos de desastre

En la Tabla 5.5.1 se muestran las características de cincuenta y cinco (55) sitios críticos de desastre que se encuentran en las carreteras objeto. La Tabla describe los tipos de desastre, su puntuación en la evaluación, los tipos de medidas de control y estimaciones de costos. Por ejemplo, la puntuación de estabilidad de los sitios n° 40 y 42 es la misma, 71 puntos. Y las medidas de control son también las mismas en cuanto a obras de corte en la superficie de la pendiente. Sin embargo, la estimación general de los costos de construcción del sitio n° 42 muestra una tendencia a elevarse hasta unas ocho veces, por la escala del desastre que es muy diferente.

5.5.3 Técnica para la Selección de Sitios de Prevención de Desastres

1) Lineamiento de las Técnicas de Selección

Como se describe en el Artículo 5.5.2, la puntuación de evaluación de un sitio crítico de desastre difiere según la escala del desastre. Además, es muy difícil identificar los sitios críticos usando solamente costos bajos o altos. Por lo tanto, es necesario preparar un conjunto completo de elementos de evaluación, con un nivel de importancia. En este plan, la identificación de los sitios críticos de desastre utiliza el Proceso de Jerarquía Analítica (PJA). El PJA es una de las técnicas en que la toma de decisión que hagan los seres humanos se muestra mediante el valor numérico que se asigna a las situaciones inciertas y a variados criterios. En resumen, treinta (30) sitios de prevención de sitios deben identificarse de entre los varios sitios candidatos a ser sitios críticos. Sin embargo, hay "propósitos" que identificar de entre los 55 sitios, y algunos "sitios alternativos" que seleccionar finalmente. El PJA formula una estructura jerárquica para la toma de decisiones, en que los "criterios de evaluación" se encuentran entre los "propósitos" y los "sitios alternativos". La estructura del PJA se muestra en la Figura 5.5.1.

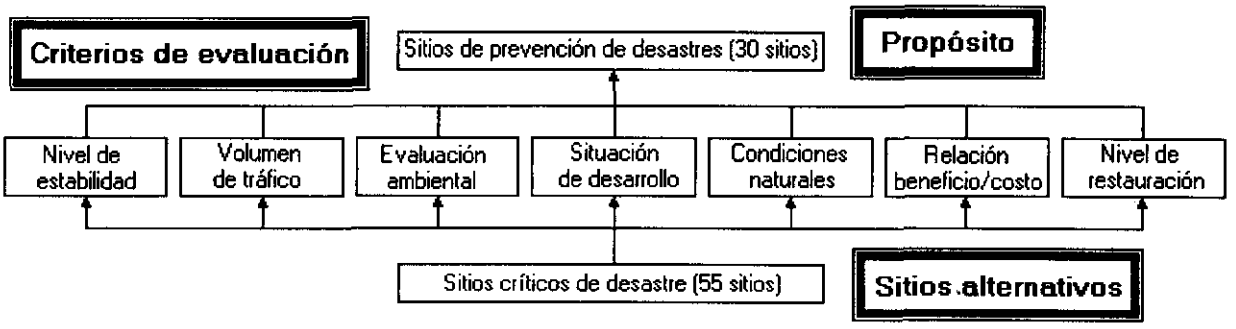

Figura 5.5.1. Estructura de PJA

Tabla 5.5.2. Características de los sitios críticos de desastre

Número de serie del sitio crítico de desastre	Carretera objeto	Tipo de desastre	Puntuación	Tipo de medidas de control	Costo (US$ 1,000)
1	NIC.1	RF	70	Barrera con muro de gabiones	253
2	NIC.1	RF	78	Red de prevención	236
3	NIC.1	Puente	90	Malla de gabiones	25
4	NIC.1	Puente	100	Malla de gabiones	2
5	NIC.1	Puente	90	Malla de gabiones	65
6	NIC.1	Puente	100	Malla de gabiones	12
7	NIC.1	RF	84	Red de prevención	812
8	NIC.1	RC	72	Red de prevención	315
9	NIC.1	RC	72	Red de prevención	364
10	NIC.1	RC	72	Recorte y torcreto	1,772
11	NIC.1	RC	18	Recorte y torcreto	639
12	NIC.1	RC	76	Recorte y torcreto	184
13	NIC.1	RC	74	Recorte y torcreto	385
14	NIC.1	RC	76	Red de prevención	456
15	NIC.1	RC	73	Recorte y torcreto	197
16	NIC.1	RC	73	Red de prevención	125
17	NIC.1	RF	70	Recorte y torcreto	175
18	NIC.1	Puente	100	Malla de gabiones	4
19	NIC.1	Puente	100	Malla de gabiones	2
20	NIC.1	RC	75	Red de prevención	208
21	NIC.1	RF	73	Recorte + drenaje superficial + vegetación	116
22	NIC.1	RF	73	Recorte y torcreto	152
23	NIC.3	RC	74	Recorte	70
24	NIC.3	RC	72	Recorte	91
25	NIC.3	RC	80	Recorte	35
26	NIC.3	Puente	100	Reconstrucción muros laterales	3
27	NIC.3	RC	74	Recorte	177
28	NIC.3	RC	70	Recorte y torcreto	174
29	NIC.3	SS	73	RECV	670
30	NIC.3	DF	83	Presa	429
31	NIC.3	SS	71	RECV	248
32	NIC.3	SS	90	RECV	191
33	NIC.3	SS	90	RECV	30
34	NIC.3	RC	72	Recorte y red de prevención	133
35	NIC.5	RF	76	Recorte + drenaje superficial + vegetación	744
36	NIC.15	DF	70	Muro de gabiones	58
37	NIC.15	DF	70	Muro de gabiones	40
38	NIC.15	DF	70	Presa	279
39	NIC.15	DF	70	Presa	193
40	NIC.26	RF	71	Recorte	56
41	NIC.26	RF	70	Recorte	115
42	NIC.26	RF	71	Recorte	446
43	NIC.26	RF	72	Recorte	121
44	NIC.26	RF	70	Recorte y torcreto	159
45	NIC.26	Puente	100	Malla de gabiones	36
46	NIC.26	RF	76	Barrera de gabiones	44
47	NIC.26	RC	73	Red de prevención	52
48	NIC.26	RF	72	Recorte y torcreto	60
49	NIC.26	RC	80	Recorte	191
50	NIC.26	RF	85	Recorte y torcreto	748
51	NIC.26	RC	86	Red de prevención	131
52	NIC.26	Puente	90	Malla de gabiones	24
53	NIC.26	RC	71	Red de prevención	364
54	NIC.26	Puente	90	Malla de gabiones	5
55	NIC.26	Puente	100	Malla de gabiones	9

Tipos de desastre:

RF: caída de rocas
RC: colapso de rocas
SS: deslizamiento de tierras
DF: Flujo de agua con sedimentos
Puente: socavamiento de fundaciones

Tipos de medidas de control: Recorte, terraplenado, contrapeso y vegetación.

2) Nivel de Prioridad para los Sitios de Prevención de Desastres

El nivel de prioridad de los sitios de prevención de desastres consiste de dos pasos.

a) Primera Etapa (Fijación de criterios de evaluación)

Los criterios de evaluación del primer paso son los siete elementos que siguen. Estos elementos son muy importantes para la identificación de los sitios críticos de desastres.

➢ Nivel de estabilidad

Cada sitio se compara con el nivel de estabilidad de los resultados del estudio. Cuando la puntuación de estabilidad es grande, la prioridad es alta.

➢ Volumen de tráfico

Cada sitio se compara con el volumen de tráfico del año 2020. Cuando el volumen de tráfico es alto, la prioridad es alta.

➢ Evaluación ambiental

Cada sitio se compara con los resultados de la evaluación de los aspectos ambientales. Cuando la puntuación es pequeña, la prioridad es alta.

➢ Situación de desarrollo

Cada sitio se compara con el área de desarrollo de los lados de la carretera. El sitio donde el desarrollo del área ha alcanzado su conclusión es de alta prioridad.

➢ Condiciones naturales

El nivel crítico se compara con los resultados del estudio de las condiciones naturales de geología, hidrología y sus resultados durante la época lluviosa, etcétera. Cuando el nivel crítico es grande, la prioridad es alta.

➢ Beneficio (relación beneficio/costo, B/C)

El resultado de B/C se compara sobre la base del costo de las medidas de control de la primera fase de este estudio. Cuando la B/C es grande, la prioridad es alta.

➢ Nivel de restauración

El nivel de dificultad de restauración se evalúa sobre la base de una escala máxima de desastre, que parte de una suposición. Cuando el nivel de dificultad, que consiste del tiempo de restauración, los espacios de patios para restauración y la necesidad de maquinaria especial, es alto, también lo es la prioridad.

b) Segunda Etapa (Comparaciones de pares de criterios de evaluación)

➢ Magnitud y definición de importancia

La magnitud y la definición de la importancia se preparan como se muestra en la Tabla 5.5.3 antes de que se comparen los pares de criterios de evaluación.

Tabla 5.5.3. Magnitud y definición de importancia

Magnitud de importancia	Definición
1	Importancia igual
3	Importancia débil
5	Importancia fuerte
7	Importancia muy fuerte
9	Importancia absoluta

Los valores 2, 4, 6 y 8 de la magnitud han de usarse en puntos intermedios de la tabla de arriba. Cuando la importancia sea baja, la magnitud usará el número recíproco. Por ejemplo, cuando el nivel de estabilidad es poco importante en comparación con el volumen de tráfico, la magnitud es 3. Por el contrario, el volumen de tráfico es 1/3 del nivel de estabilidad.

➢ *Magnitud de la comparación de pares*

La magnitud de la comparación de pares para los criterios de evaluación se decidió en base a la intención del MTI, como se muestra en la Tabla 5.5.4. Además, la comparación de los sitios alternativos se decidió sobre la base de los puntos de evaluación que estudió el Equipo de Estudio de la JICA.

Tabla 5.5.4. Magnitud de la comparación de pares

	Nivel de estabilidad	Volumen de tráfico	Evaluación ambiental	Condición natural	Relación B/C	Nivel de restauración	Situación de desarrollo	Peso
Nivel de estabilidad	1	3	5	3	7	3	9	0.36676
Volumen de tráfico	1/3	1	3	1	5	1	7	0.16733
Evaluación ambiental	1/5	1/3	1	1/5	3	1	7	0.08395
Condición natural	1/3	1	5	1	5	1	7	0.18000
Relación B/C	1/7	1/5	1/3	1/5	1	1/5	3	0.03826
Nivel de restauración	1/3	1	1	1	5	1	7	0.14303
Situación de desarrollo	1/9	1/7	1/7	1/7	1/3	1/7	1	0.02068
								1.00000

El peso de cada criterio de evaluación se presenta en el Apéndice 5.

5.5.4 Identificación de Sitios de Prevención de Desastres

En la Tabla 5.5.5 se muestra la prioridad de los sitios de prevención de desastres que se identificaron en el PJA sobre la base de la magnitud de la comparación de pares. Los treinta (30) sitios que se identificaron se ordenaron de la misma forma que en el estudio de factibilidad.

Tabla 5.5.5 Sitios de Prevención de Desastres

Prioridad	Carretera objeto	Número de serie del sitio crítico	Tipo de desastre	Tipo de medida de control
1	NIC.3	26	Puente	Reconstrucción pared lateral
2	NIC.26	45	Puente	Malla de gabiones
3	NIC.1	6	Puente	Malla de gabiones
4	NIC.26	55	Puente	Malla de gabiones
5	NIC.1	19	Puente	Malla de gabiones
6	NIC.1	18	Puente	Malla de gabiones
7	NIC.1	4	Puente	Malla de gabiones
8	NIC.3	32	SS	RECV
9	NIC.3	33	SS	RECV
10	NIC.1	2	RF	Red de prevención
11	NIC.26	50	RF	Recorte y torcreto
12	NIC.1	5	Puente	Malla de gabiones
13	NIC.3	30	DF	Presa
14	NIC.3	25	RC	Recorte
15	NIC.1	1	RF	Barrera con muro de gabiones
16	NIC.1	3	Puente	Malla de gabiones
17	NIC.26	52	Puente	Malla de gabiones
18	NIC.26	54	Puente	Malla de gabiones
19	NIC.3	24	RC	Recorte
20	NIC.26	49	RC	Recorte
21	NIC.5	35	RF	Recorte + drenaje superficial + vegetación
22	NIC.26	51	RC	Red de prevención
23	NIC.1	7	RF	Red de prevención
24	NIC.1	12	RC	Recorte y torcreto
25	NIC.3	27	RC	Recorte
26	NIC.1	13	RC	Recorte y torcreto
27	NIC.26	44	RF	Recorte y torcreto
28	NIC.1	8	RC	Red de prevención
29	NIC.3	29	SS	RECV
30	NIC.1	11	RC	Recorte y torcreto
31	NIC.1	14	RF	Red de prevención
32	NIC.3	31	SS	RECV
33	NIC.3	34	RC	Recorte + red de prevención
34	NIC.1	16	RC	Red de prevención
35	NIC.1	17	RF	Recorte y torcreto
36	NIC.26	41	RF	Recorte
37	NIC.3	23	RC	Recorte
38	NIC.26	46	RF	Barrera de gabiones
39	NIC.26	40	RF	Recorte
40	NIC.1	15	RC	Recorte y torcreto
41	NIC.26	48	RF	Recorte y torcreto
42	NIC.1	10	RC	Recorte y torcreto
43	NIC.26	47	RC	Red de prevención
44	NIC.1	9	RC	Red de prevención
45	NIC.26	53	RC	Red de prevención
46	NIC.26	43	RF	Recorte
47	NIC.15	36	DF	Muro de gabiones
48	NIC.15	37	DF	Muro de gabiones
49	NIC.26	42	RF	Recorte
50	NIC.1	20	RC	Red de prevención
51	NIC.3	28	RC	Recorte y torcreto
52	NIC.1	21	RF	Recorte + drenaje superficial + vegetación
53	NIC.1	22	RF	Recorte y torcreto
54	NIC.15	39	DF	Presa
55	NIC.15	38	DF	Presa