

## CAPÍTULO 7 ESTUDIO DE CONTRAMEDIDAS / COSTO PRELIMINAR ESTIMADO

### 7.1 Generalidades

Las contramedidas de prevención de desastres viales deben ser estudiados tomando en consideración las condiciones naturales, las condiciones ambientales y los materiales/equipos de construcción en Nicaragua y el presupuesto de mantenimiento vial del MTI.

### 7.2 Objetivos

#### 7.2.1 Vista de Contramedidas

Los objetivos y la vista de las contramedidas de desastres viales son como sigue.

- Evitar la ocurrencia de desastres inesperados.
- Mantener la vía libre sin cerrar ninguna sección de la carretera al tráfico ni las personas
- Preservar la propiedad pública y privada, y
- Reducir el costo de mantenimiento y rehabilitación de los caminos.

#### 7.2.2 Definición de Contramedidas

Cada sitio crítico de desastres está en varias condiciones de estabilidad. Las contramedidas para los sitios críticos de desastre se dividen en tres categorías considerando las características de desastres.

- Contramedidas Permanentes,
- Contramedidas Temporales, y
- Contramedidas de Emergencia.

#### 1) Contramedidas Permanentes

Las contramedidas permanentes se definen como sigue.

- La vida útil de contramedidas permanentes deben ser, por lo menos, veinte (20) años con trabajos de mantenimiento.
- El presupuesto adecuado para las contramedidas permanentes deben ser asegurado siempre.

## 2) Contramedidas Temporales

Las contramedidas temporales define como sigue.

- La vida útil de contramedidas temporales debe ser, por lo menos, diez (10) años con trabajos de mantenimiento.

## 3) Contramedidas de Emergencia

Las contramedidas de emergencia se define como sigue.

- Los sitios con problema serio y peligroso que requieren el mejoramiento inmediato.
- La vida útil de contramedidas será antes de próxima temporada de lluvia o menos de medio año.
- Es necesario decidirse sobre la implementación de las contramedidas temporales o permanentes durante la vida de las contramedidas de emergencia.

## 7.3 Política Básica de Contramedidas

### 7.3.1 Política Básica

La política básica de las contramedidas debe ser establecida tomando en consideración los siguientes ítems.

- La mayoría de los materiales de construcción son producidos en Nicaragua.
- Los materiales especiales de construcción se pueden importar desde los países vecinos.
- El costo de construcción debe ser relativamente barato.
- El mejoramiento de los sitios críticos de desastres necesita no sólo materiales sino también las técnicas de obras, ingenieros y obreros.

### 7.3.2 Adquisición de Materiales/Equipos de Construcción

Los materiales y equipos se pueden adquirir en Nicaragua y los países vecinos como se muestran en Tabla 7.3.1 y Tabla 7.3.2. Por lo tanto, muchos tipos de contramedidas se pueden aplicar en Nicaragua como se muestran en la Tabla 7.3.3.

Tabla 7.3.1 Adquisición de Materiales de Construcción

Ítems	Nicaragua	Tercer país	Observaciones
Cemento Portland	○		
Agregados gruesos	○		
Agregados finos	○		
Paneles de plywood	○		
Encofrado de acero		○	
Barras de refuerzo		○	
Aditivos		○	
Barras PC		○	

Nota: ○; Posibilidad de Adquisición

Tabla 7.3.2 Adquisición de Equipos de Construcción

Items	Capacidad	Nicaragua	Tercer país	Observaciones
Bulldozer	15t	○		
Pala mecánica	0.6m <sup>3</sup>	○		
Aplanadora de ruedas	10t	○		
Aplanadora de caminos	10t	○		
Aplanadora vibratoria	10t	○		
Volquetes	11t	○		
Camiones	10t	○		
Soldadora	300A	○		
Camión de grúa	20t	○		
Camión de grúa	45t		○	
Trailer	20t	○		
Quebrantadora hidráulica	1300kg		○	
Camión mezcladora	4.5 m <sup>3</sup>		○	
Quebrantadora Jumbo	1300kg		○	
Compresor	5 m <sup>3</sup> /min		○	
Generador	25kVA-150kVA		○	

Nota: ○; Posibilidad de Adquisición

Tabla 7.3.3 Tipos de Contramedidas y Registros de Construcción en Nicaragua

Clasificación	Tipo de Contramedidas	Registro de construcción	Posibilidad de Construcción
(1) Movimientos de tierras	Retiro	○	--
	Recorte	○	--
	División de rocas	○	--
	Terraplenado	○	--
(2) Vegetación	Hidrosiembra	×	□
	Vegetación	○	--
(3) Drenaje superficial	Acequia de ladera	○	--
	Contracuneta	○	--
	Acequia de pie	○	--
(4) Estructura	Enchapado en piedra	○	--
	Torcreto	×	□
	Marco de concreto proyectado	×	△
	Muro de gabiones	○	--
	Muro de mampostería	○	--
	Muro de retención por gravedad	○	--
	Muro de retención en T	○	--
(5) Protección	Colocación de pilotes	○	--
	Red de prevención	×	△
	Valla de prevención	×	□
	Barrera con pared de concreto	×	□
	Pernos de anclaje	×	□
	Albergue contra rocas	○	--
(6) Protección de puentes	Presa de concreto	○	--
	Revestimiento de concreto	○	--
	Revestimiento de talud con piedras	○	--
	Valla de gabiones en el pilar	○	--
	Deposición de rocas	○	--

Nota: ○; Hay resultado . ×; No hay resultado  
 --; Hay resultado. □; Posible  
 △;. Necesidad de asesoría técnica y materiales/equipo

## 7.4 Clasificación de Contramedidas

### 7.4.1 Contramedidas Aplicables

Las contramedidas aplicables para fallas del talud se muestran en la Tabla 7.4.1 y las aplicables para la socavación del puente se muestran en la Tabla 7.4.2. Los diagramas de flujo de la selección de contramedidas para cada ítem de daño se presentan en el Capítulo 7 del Informe de Avance.

**Tabla 7.4.1 Aplicabilidad de las Contramedidas a Fallas del Talud**

Clasificación	Tipo de obra	Tipo de falla de pendiente											
		Caída/colapso de rocas			Colapso de Masa de Rocas			Daños al Talud			Alud de Fango		
		E	T	P	E	T	P	E	T	P	E	T	P
(1) Movimiento de tierras	Retiro	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Recorte	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	División de rocas	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○
	Terraplenado	○	○	○	×	×	×	○	○	○	△	△	×
(2) Vegetación	Hidrosiembra	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○
	Vegetación	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○
(3) Drenaje superficial	Acequia de ladera	○	○	○	△	△	○	○	○	○	×	×	×
	Contracuneta	△	○	○	△	○	○	△	○	○	×	×	×
	Acequia de pie	△	○	○	△	○	○	△	○	○	×	×	×
(4) Estructura	Enchapado en piedra	○	○	△	×	×	×	○	○	△	×	×	×
	Torcreto	△	○	○	△	○	○	△	△	△	△	○	○
	Marco de concreto proyectado	×	△	○	×	△	○	×	△	○	×	△	○
	Muro de gabiones	○	○	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△
	Muro de mampostería	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△	△	△
	Muro de retención por gravedad	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△	△	△
	Muro de retención en T	×	△	○	×	△	○	×	△	○	×	△	△
	Colocación de pilotes	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
(5) Protección	Red de prevención	△	△	×	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	Valla de prevención	×	△	○	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	Barrera con muro de concreto	×	△	○	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	Pernos de anclaje	△	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
	Albergue contra rocas	×	×	△	×	△	○	×	×	×	×	△	○
	Presa de concreto	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○

Nota: E: Medida de control de emergencia; T: medida de control temporal, P: Medida de control permanente  
 ○: Muy aplicable      △: Aplicable      ×: No aplicable

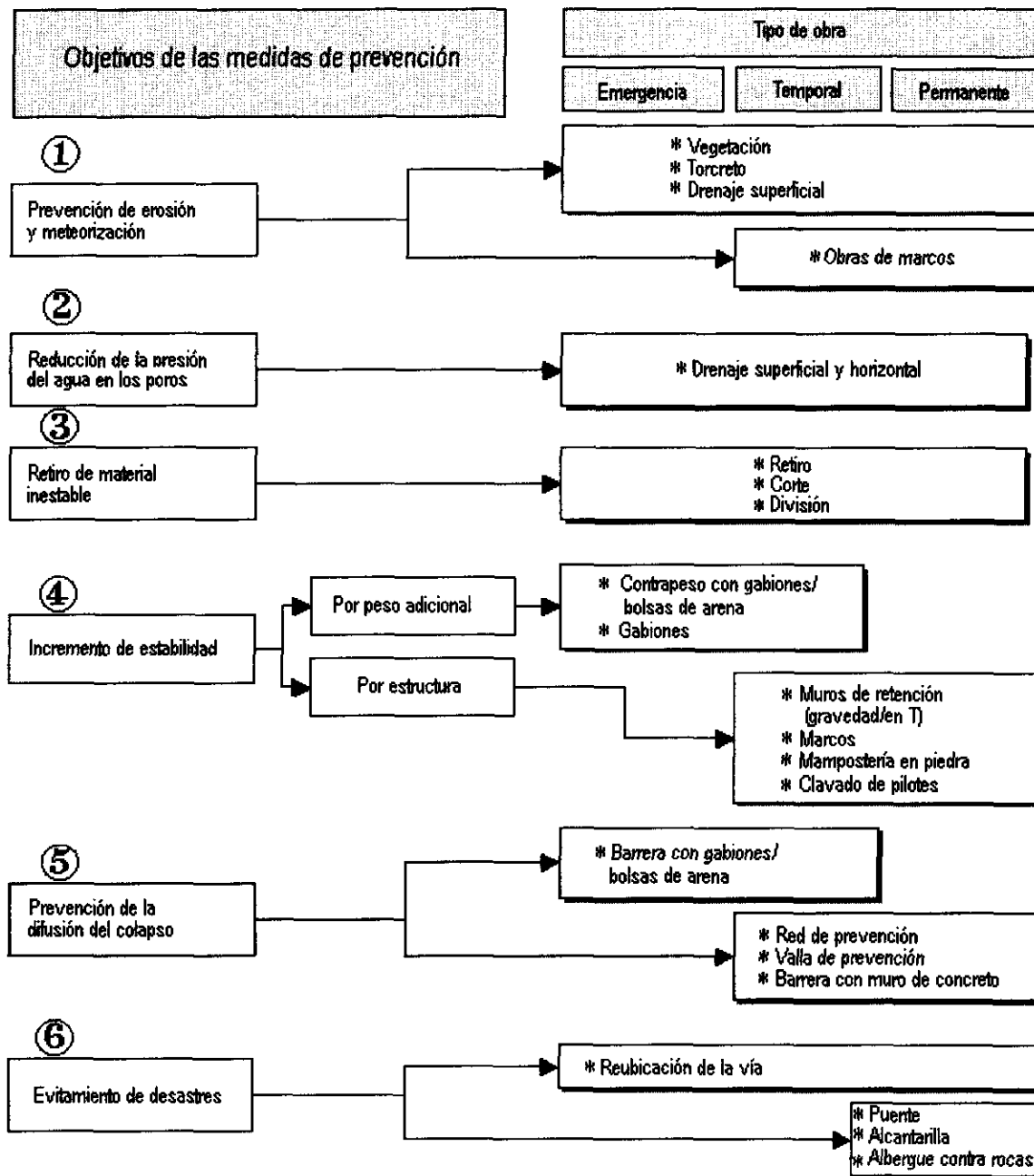
**Tabla 7.4.2 Aplicabilidad de Contramedidas para la Socavación de Cimiento de Puentes**

Clasificación	Tipo de obra	Estribo			Pilar		
		E	T	P	E	T	M
Protección de puentes	Revestimiento de concreto	×	○	○	×	○	○
	Revestimiento de talud con piedras	△	○	○	○	○	○
	Valla de gabiones para el pilar	×	×	×	○	○	△
	Deposición de rocas	○	×	×	○	×	×

Nota: E: Medida de control de emergencia; T: medida de control temporal, P: Medida de control permanente  
 ○: Muy aplicable      △: Aplicable      ×: No aplicable

**7.4.2 Clasificación de Contramedidas**

Las contramedidas de los sitios críticos de desastres se clasifican en seis grupos, atendiendo a su propósito y su aplicación. La relación entre los objetivos de las contramedidas y el tipo de las obras de construcción se muestra en la Figura 7.4.1.



**Figura 7.4.1 Relación entre Objetivo de Contramedidas de Prevención y Tipos de Obra de Construcción**

### 7.4.3 Contramedidas para las Carreteras Objeto de Estudio

Las contramedidas para cada sitio crítico de las carreteras objeto se muestran en las tablas siguientes. Las contramedidas presentadas fueron estudiadas en los artículos desde 7.4.3 a 7.4.10.

#### 1) NIC. 1

**Tabla 7.4.3 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-1**

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	60.9	Caída de rocas	70	Barrera con pared de gabiones y Malla de prevención	T 440(m)
2	73.2	Caída de rocas	78	Malla de prevención	T 7000
3	168.4	Caída de rocas	84	Malla de prevención	T 19703
4	168.6	Colapso de rocas	72	Malla de prevención	T 5363
5	169.8	Colapso de rocas	72	Malla de prevención	T 6466
6	170.7	Colapso de rocas	72	Recorte + Torcreto	P 15242
7	171.3	Colapso de rocas	78	Recorte + Torcreto	P 8752
8	175.0	Colapso de rocas	76	Recorte + Torcreto	P 2252
9	176.2	Colapso de rocas	74	Recorte + Torcreto	P 4988
10	178.7	Colapso de rocas	76	Malla de prevención	T 7760
11	187.3	Colapso de rocas	73	Recorte + Torcreto	P 2540
12	204.7	Colapso de rocas	73	Malla de prevención	T 2217
13	214.7	Colapso de rocas	70	Recorte + Torcreto	P 1935
14	232.5	Colapso de rocas	75	Malla de prevención	T 3695
15	233.7	Caída de rocas	73	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación	T 8407
16	235.6	Caída de rocas	73	Recorte + Torcreto	P 1389

Nota: E: Contramedidas de Emergencia, T: Contramedidas Temporales  
P: Contramedidas Permanentes

**Tabla 7.4.4 Tipo de Contramedidas para la Socavación de Cimiento del Puente en NIC-1**

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	113+190	Socavación de cimiento de puente	90	Colchón de gaviones	T 252
2	135+640	Socavación de cimiento de puente	100	Colchón de gaviones	T 18
3	150+330	Socavación de cimiento de puente	90	Colchón de gaviones	T 666
4	151+850	Socavación de cimiento de puente	100	Colchón de gaviones	T 117
5	226+890	Socavación de cimiento de puente	100	Colchón de gaviones	T 41
6	233+245	Socavación de cimiento de puente	100	Colchón de gaviones	T 18

## 2) NIC.3

Tabla 7.4.5 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-3

N°	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	3.9	Colapso de roca	74	Recorte	T	1046
2	6.9	Colapso de rocas	72	Recorte	T	1369
3	7.4	Colapso de rocas	80	Recorte	T	1049
4	22.1	Colapso de rocas	74	Recorte	T	5287
5	32.7	Colapso de rocas	70	Recorte + Torcreto	P	1836
6	32.9	Daño al talud		Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	3460
7	35.2	Alud de Fango	75	Presa	P	100(m)
8	35.9	Daño al talud	71	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	4352
9	38.9	Daño al talud	90	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	4526
10	39.4	Daño al talud	90	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	284
11	40.0	Colapso de rocas	85	Recorte + Torcreto	P	2272

Tabla 7.4.6 Tipo de Contramedidas para la Socavación de Cimiento del Puente en NIC-3

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	119+050	Socavación de cimiento de puente	100	Reconstrucción de alero del muro	P	8

## 3) NIC-5

Tabla 7.4.7 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-5

No	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	24.6	Caída de rocas y colapso	76	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación	T	55600



## 4) NIC-15

Tabla 7.4.8 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-15

N°	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	13.6	Alud de fango	70	Muro de Gaviones	T	100
2	11.7	Alud de fango	70	Muro de Gaviones	T	70
3	11.1	Alud de fango	70	Presa	T	65
4	9.9	Alud de fango	70	Presa	T	45

## 5) NIC-26

Table 7.4.9 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-26

No	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	9.0	Caída de rocas y colapso	71	Recorte	T	841
2	12.7	Caída de rocas y colapso	70	Recorte	T	2724
3	19.9	Caída de rocas y colapso	71	Recorte	T	6683
4	20.9	Caída de rocas y colapso	72	Recorte	T	1595
5	24.7	Caída de rocas y colapso	70	Recorte + Torcreto	T	2050
6	29.3	Caída de rocas y colapso	76	Recorte	T	77(m)
7	29.8	Colapso de rocas	73	Malla de prevención	T	956
8	33.6	Caída de rocas y colapso	72	Recorte + Drenaje superficial	T	780
9	34.0	Colapso de rocas	80	Recorte	T	2472
10	34.2	Caída de rocas y colapso	85	Recorte + Drenaje superficial	T	9641
11	37.0	Colapso de rocas	86	Malla de prevención	T	2226
12	45.5	Colapso de rocas	71	Malla de prevención	T	6472

Tabla 7.4.10 Tipo de Contramedidas para la Socavación de Cimiento del Puente en NIC-26

No	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuaje	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )
1	107+533	Socavación de cimientos de puente	100	Colchón de gavión	T	90
2	108+154	Socavación de cimientos de puente	90	Colchón de gavión	T	54
3	155+785	Socavación de cimientos de puente	90	Colchón de gavión	T	248
4	170+952	Socavación de cimientos de puente	100	Colchón de gavión	T	369

## 7.5 Estimación Preliminar de Costos

### 7.5.1 Costos Unitarios

Cuando el MTI no tiene la estimación de los ítems para las obras de construcción, la estimación de costos unitarios para la construcción han sido conseguidos de cuatro empresas privadas locales de construcción en Nicaragua. Sin embargo, cada costo unitario fue discutido y decidido por el MTI. Y cada costo unitario fue promediado. Cuando algunos ítems de trabajo no tienen el precio del mercado debido a la falta de la experiencia en Nicaragua, los costos unitarios para algunas obras son estimados sobre la base del precio del mercado en Japón. La lista de costos unitarios se muestra en la Tabla 7.5.1.

**Tabla 7.5.1 Costos Unitarios**

Clasificación	Tipo de obra	Notas	Unidad	Costo unitario
(1) Drenaje superficial	Cuneta de ladera	0.5 × 0.5 1:1	m	65.12
	Contracuneta	U-0.3 × 0.3	m	49.49
	Cuneta de pie		m	60.78
	Desagüe vertical	U-0.3 × 0.3	m	49.49
(2) Drenaje	Desagüe horizontal	Tubo de PVC $\phi$ 0.04	m	27.00
(3) Vegetación	Rociado de semillas con bomba		m <sup>2</sup>	6.05
	Rociado de semillas y mezcla con pistola		m <sup>2</sup>	8.14
(4) Estructura	Torcreto	t=10cm	m <sup>2</sup>	48.30
	Marco de concreto proyectado		m <sup>2</sup>	-
	Marco de bloques de concreto		m <sup>2</sup>	-
	Gaviones		m <sup>3</sup>	43.67
(5) Apoyo estructural	Muro de revestimiento de talud con piedras		m <sup>2</sup>	66.91
	Muro de retención por gravedad		m <sup>3</sup>	120.10
	Muro de gaviones		m <sup>3</sup>	143.97
	Muro de retención en forma de T		m <sup>3</sup>	424.24
	Pilotes de prevención		m <sup>3</sup>	-
	Protección de pie con revestimiento de talud con piedras		m <sup>3</sup>	66.91
(6) Movimientos de tierra	Protección de pie con concreto		m <sup>3</sup>	391.25
	Retiro		m <sup>3</sup>	5.87
	Corte de rocas		m <sup>3</sup>	92.83
	Pre-corte de rocas	Voladura de rocas	m <sup>3</sup>	109.50
	Corte de suelo		m <sup>3</sup>	5.93
(7) Dispositivos para evitar la caída de rocas	Terraplenado		m <sup>3</sup>	14.70
	Red de prevención		m <sup>2</sup>	33.85
	Malla de prevención		m <sup>2</sup>	-
	Barrera con gaviones		m <sup>3</sup>	97.49
(8) Anclaje	Barrera con muro de concreto		m <sup>3</sup>	625.13
	Pernos de anclaje		c.u	218.25
(9) Protección de las riberas de los ríos	Revestimientos de concreto		m <sup>3</sup>	654.95
	Gaviones		m <sup>3</sup>	97.49
	Revestimiento de talud con piedras y mortero		m <sup>3</sup>	66.91
(10) Protección de estribo y pilares	Protección de pie con gaviones		m <sup>3</sup>	43.67
	Muro de pie de tablestacas		m <sup>2</sup>	-

### 7.5.2 Costo Preliminar para Cada Carretera Objeto del Estudio

Los costos preliminares para cada carretera objeto del estudio se muestran en la Tabla 7.5.2 -Tabla 7.5.9.

**Tabla 7.5.2 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC-1**

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	60.9	Caída de rocas	Barrera con pared de gaviones y malla de prevención	T	440(m)	253
2	73.2	Caída de rocas	Malla de prevención	T	7000	236
3	168.4	Caída de rocas	Malla de prevención	T	19703	812
4	168.6	Colapso de masa de rocas	Malla de prevención	T	5363	315
5	169.8	Colapso de masa de rocas	Malla de prevención	T	6466	364
6	170.7	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	15242	1,772
7	171.3	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	8752	639
8	175.0	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	2252	184
9	176.2	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	4988	385
10	178.7	Colapso de masa de rocas	Malla de prevención	T	7760	456
11	187.3	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	2540	197
12	204.7	Colapso de masa de rocas	Malla de prevención	T	2217	125
13	214.7	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	1935	175
14	232.5	Colapso de masa de rocas	Malla de prevención	T	3695	208
15	233.7	Caída de rocas	Recorte + Drenaje superficial+Vegetación	T	8407	116
16	235.6	Caída de rocas	Recorte + Torcreto	P	1389	152
<b>Total</b>						<b>6,389</b>

Nota: E: Medida de control de emergencia, T: Medida de control temporal  
P: Medida de control permanente

**Tabla 7.5.3 Costo de Construcción para la Socavación de Cimiento de Puesto en NIC-1**

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	113+190	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	252	25
2	135+640	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	18	2
3	150+330	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	666	65
4	151+850	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	117	12
5	226+890	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	41	4
6	233+245	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gavión	T	18	2
<b>Total</b>						<b>110</b>

**Tabla 7.5.4 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.3**

N°	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas		Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	3.9	Colapso de masa de rocas	Recorte	T	1,046	70
2	6.9	Colapso de masa de rocas	Recorte	T	1,369	91
3	7.4	Colapso de masa de rocas	Recorte	T	1,049	35
4	22.1	Colapso de masa de rocas	Recorte	T	5,287	177
5	32.7	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	1,836	174
6	32.9	Daño al talud	Recorte + Terraplenado +Contrapeso +Vegetación	P	3,460	670
7	35.2	Alud de fango	Presa	P	100 (m)	429
8	35.9	Daño al talud	Recorte + Terraplenado +Contrapeso +Vegetación	P	4,352	248
9	38.9	Daño al talud	Recorte + Terraplenado +Contrapeso +Vegetación	P	4,526	191
10	39.4	Daño al talud	Recorte + Terraplenado +Contrapeso +Vegetación	P	284	30
11	40.0	Colapso de masa de rocas	Recorte + Torcreto	P	2,272	133
<b>Total</b>						<b>2,248</b>

**Tabla 7.5.5 Costo de Construcción para la Socavación de Cimiento de Puente en NIC.3**

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas	Cantidad (m3)	Costo (x 1000 US\$)
1	119+050	Socavación de cimiento de puente	Reconstrucción del aleton del muro <b>P</b>	8	3

**Tabla 7.5.6 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.5**

No	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	24.6	Caída de rocas y colapso	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación <b>T</b>	55600	744

**Tabla 7.5.7 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.15**

N°	Ubicación (Km.)	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	13.6	Alud de fango	Muro de gaviones <b>T</b>	100	58
2	11.7	Alud de fango	Muro de gaviones <b>T</b>	70	40
3	11.1	Alud de fango	Presa <b>T</b>	65	279
4	9.9	Alud de fango	Presa <b>T</b>	45	193
<i>Total</i>					<b>570</b>

**Tabla 7.5.8 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.26**

No	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costos (x 1000 US\$)
1	9.0	Caída de rocas y colapso	Recorte <b>T</b>	841	56
2	12.7	Caída de rocas y colapso	Recorte <b>T</b>	2,724	115
3	19.9	Caída de rocas y colapso	Recorte <b>T</b>	6683	446
4	20.9	Caída de rocas y colapso	Recorte <b>T</b>	1,595	121
5	24.7	Caída de rocas y colapso	Recorte + Torcreto <b>T</b>	2,050	159
6	29.3	Caída de rocas y colapso	Recorte <b>T</b>	77(m)	44
7	29.8	Colapso de rocas	Malla de prevención <b>T</b>	956	52
8	33.6	Caída de rocas y colapso	Recorte + Drenaje superficial <b>T</b>	780	60
9	34.0	Colapso de rocas	Recorte <b>T</b>	2,472	191
10	34.2	Caída de rocas y colapso	Recorte + Drenaje superficial <b>T</b>	9,641	748
11	37.0	Colapso de rocas	Malla de prevención <b>T</b>	2,226	131
12	45.5	Colapso de rocas	Malla de prevención <b>T</b>	6,472	364
<i>Total</i>					<b>2,257</b>

**Tabla 7.5.9 Costo de Construcción para la Socavación de Cimiento de Puente en  
NIC.26**

No	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de contramedidas	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (x 1000 US\$)
1	107+533	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gaviones T	90	9
2	108+154	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gaviones T	54	5
3	155+785	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gaviones T	248	24
4	170+952	Socavación de cimiento de puente	Colchón de gaviones T	369	36
<b>Total</b>					<b>74</b>

### 7.5.3 Costo Total

El costo preliminar para cada carretera se muestran en la Tabla 7.5.10.

**Tabla 7.5.10 Costo Total de Cada Carretera**

Vía n°.	Costos (× 1000US\$)
NIC 1	6,499
NIC 3	2,251
NIC 15	570
NIC 24	0
NIC 26	2,601
NIC 5	744
<b>Total</b>	<b>12,665</b>

US\$1=C\$13.9

## Capítulo 8 Estudio de Condición Natural

### 8.1 Propósito del Estudio

El estudio de condición natural se realizó en los sitios críticos de desastres que fueron identificados en el Capítulo 7. Los items de la investigación son el levantamiento topográfico, el estudio geológico y el hidrológico. A continuación, se muestra el flujo de la investigación de condición natural en la Figura 8.1.1.

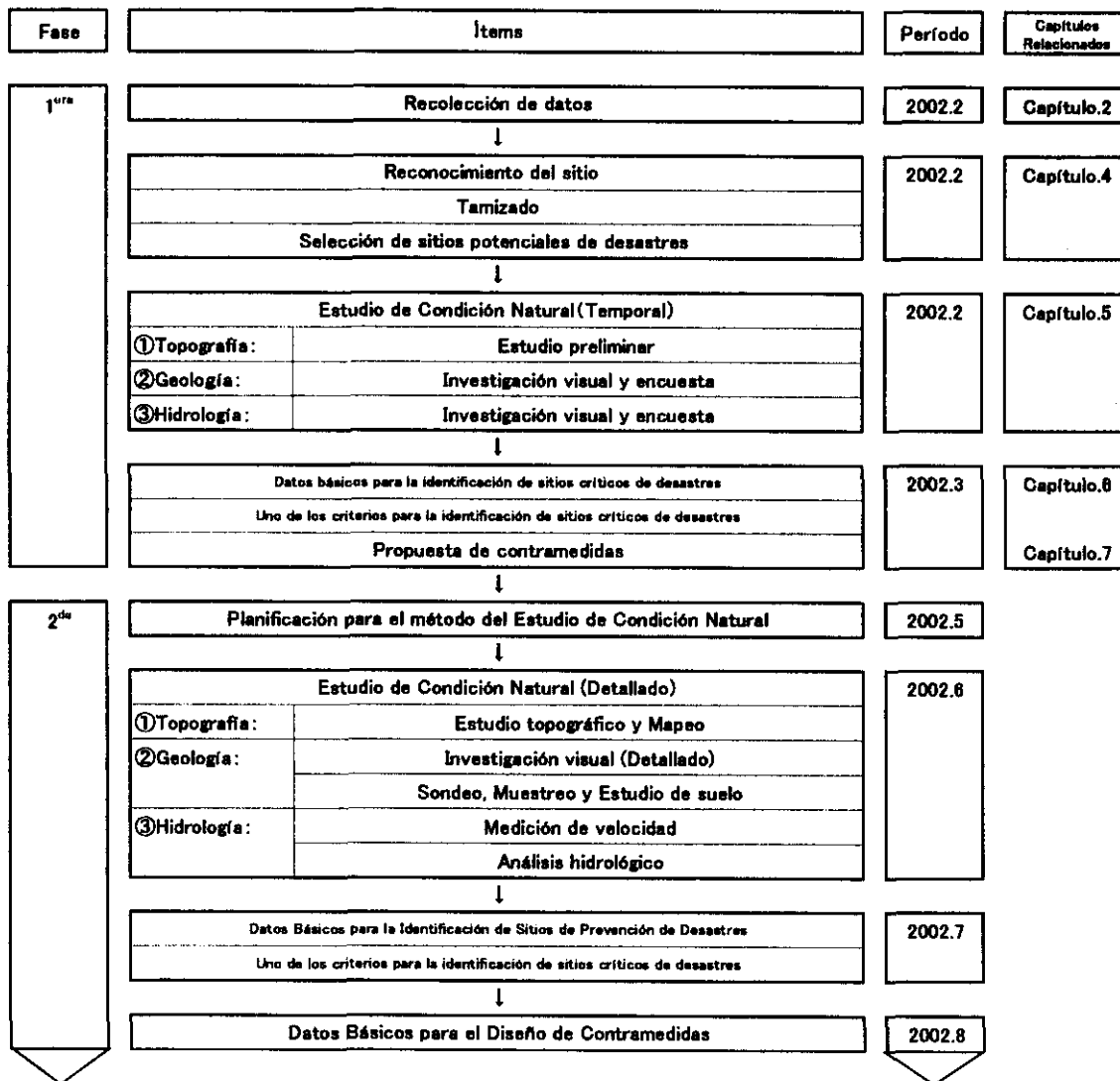


Figura 8.1.1 Diagrama de Flujo para el Estudio de las Condiciones Naturales

## 8.2 Estudio Hidrológico

### 8.2.1 Generalidades

El Estudio hidrológico se concentró en 11 puentes de los ríos seleccionados, que se presentan en la Tabla 8.2.1 del Informe Intermedio.

La velocidad de la corriente fue medida en una parte recta donde el ancho y la profundidad del río tienen unas dimensiones ideales. Las metodologías que el estudio utiliza son el de los flotadores y del contador de revoluciones. En este estudio, se mide la velocidad con el método de los flotadores en dos días.

En el diseño de puentes para el MTI, el método a utilizar es decidido para cada caso de acuerdo con la situación particular. Está establecido que generalmente se adopta el cálculo para períodos de retorno de 50 años pero, en dependencia de la importancia de la ruta el periodo de retorno también puede ser calculado para 100 años y 25 años.

Se decide divisoria de las aguas usando un mapa topográfico de 1:50000, con sus curvas de nivel. Esta escala se utiliza usualmente. Luego de decidida el área de influencia del agua, se deciden las condiciones para seleccionar el estado del valle y del río, son las de características geográficas, las concentraciones de flujo por tiempo y condiciones de altura, inclinación del río, el coeficiente de escorrentía, etc.

Para evitar contradicciones extremas entre las estaciones de datos de clima y caída de lluvia se utiliza y se analiza la curva de masa doble, etc. Se examina utilizando métodos generalmente establecidos para los parámetros. La caída de lluvia regional de cada divisoria de las aguas se calcula usando el mapa de pluviométrico (isoyetas). Y la precipitación posible se calcula en diferentes años (períodos de retorno de 25, 50 y 100 años) por curva de IDF. También, los caudales picos de flujo se calcula usando de forma racional establecida en diferentes años (períodos de retorno de 25, 50 y 100 años). Para el análisis se usa el modelo HEC-RAS.

### 8.2.2 Resultado del Estudio

#### 1) Investigación de la velocidad de la corriente

El resultado de la medición de velocidad de la corriente se muestra en la Tabla 8.2.2 del texto principal. Aunque la medición se ha realizada en la época lluviosa, no había suficiente caudal en los ríos. De ahí que el resultado del estudio no es más que un dato de referencia.



## 2) Análisis Hidrológico

La estimación del caudal máximo se muestra en la Tabla 8.2.1 (en la Tabla 8.2.7 del texto principal). Los datos de precipitación y la "Curva IDF" del área objeto del estudio se presentan en las figuras del texto principal desde la Figura 8.2.1 a la Figura 8.2.5.

El caudal máximo se analiza por el método Racional que se indica a continuación.

La fórmula del método racional es

$$Q_p = 0.278CIA$$

$Q_p$  = Caudal de descarga (m<sup>3</sup>/s)

0.278 es un factor de conversión en el sistema internacional (SI).

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad de precipitación (mm/h), estimada de las curvas de intensidad de precipitación, duración, frecuencia (IDF).

A = Área de drenaje (Km<sup>2</sup>)

$T_c = (L_c^3 / (H_{max} - H_{min}))^{0.385}$  (California formula)

**Tabla 8.2.1 Estimación de Caudal Máximo**

Cuencas Perfodo de Retorno T (Años)	A (km <sup>2</sup> )	TC (hours)	I(mm/h)			C	Qp(m <sup>3</sup> /s)		
			25	50	100		25	50	100
Tapacalí	147.11	3.0	35	40	45	0.62	886.75	1013.4	1266.8
Inalí	84.80	2.0	41.7	45.7	50.0	0.59	579.58	635.18	694.94
San Ramón	2.7	0.5	96.8	107.7	117.7	0.48	34.85	38.78	42.38
Las Chanillas	114.61	3.0	35	38	42	0.6	668.61	725.92	802.33
San Nicolás	6.10	0.5	96.8	107.7	117.7	0.42	68.89	69.94	83.77
El Guayacan	28.3	2.0	38.7	43.1	48.1	0.49	149.08	166.03	185.29
El Junquillal	49.8	2.0	38.7	43.1	48.1	0.46	246.28	274.28	306.10
Las Banderitas	7.70	1.0	61.1	66.1	73.8	0.46	60.12	65.04	72.62
San Juan de Dios	9.00	1.0	61.1	66.1	73.8	0.44	67.22	72.72	81.19
Solís	0.80	0.5*	105.9	114.7	123.4	0.45	10.59	11.47	12.34
Papalón	0.60	0.5*	105.9	114.7	123.4	0.46	8.12	8.79	9.46

\* Para Solís y Papalón el valor de intensidad de IDF son redondeados más cerca del valor (30 minutos).

## 3) Estimación del Nivel de Agua

El nivel de agua se divide en dos grupos de acuerdo con la escala de los ríos. Los resultados del cálculo del nivel de agua se muestra en la Tabla 8.2.2 y la Tabla 8.2.3 (la Tabla 8.2.8 y la Tabla 8.2.9 del texto principal). Tres sitios son pronosticados la rebosadura como el resultado del cálculo. Y la falta de la capacidad de drenaje es también pronosticado para socavar los cimientos de pilares y estribos. El puente de Tapacalí, puente de Inalí y de Las Chanillas son de gran volumen de drenaje respectivamente. Por lo tanto estos tres puentes son pronosticados para ser socavados en los sitios de pilares y estribos debido a la falta de la capacidad de drenaje contra el ancho de aguas arriba del río.

**<Grupo 1>**

En este grupo fueron considerados los estudios de los sitios con áreas de drenaje menores que 10 km<sup>2</sup>: Solís, Papalón, Las Banderitas, San Nicolás, San Juan de Dios y San Ramón (Véase Tabla 8.2.2).

Las características principales de estos sitios son:

- Paredes de los canales son casi verticales, moderadamente profundas (de 9 a 5 m).
- Anchos entre 40 y 100 m.
- Caudales estimados menores que 100 m<sup>3</sup>/s, siendo lo más alto estimado para períodos de retorno de 100 años.

**<Grupo 2>**

En este grupo fueron considerados los sitios de estudio con mayores áreas de drenaje entre 28.3 y 147 km<sup>2</sup>. El Guayacán, El Junquillal, Las Chanillas, Inalí y Tapacalí

Las características principales de estos sitios son:

- Profundidad de los canales de 6m.
- Ancho entre 40 m y 120 m.
- Los sitios Las Chanillas. Inalí y Tapacalí, tienen canales anchos mayores de 100m.

**Tabla 8-2-2 Niveles de Agua sobre la Sección Transversal del Puente para el Grupo 1**

Cuencas	Velocidad(m/s)			Caudal(m <sup>3</sup> /s)			Niveles de agua sobre la sección del puente (m)			Nivel del puente (m)
	Período de retorno (años)	25	50	100	25	50	100	25	50	
Solís	2.28	2.34	2.37	10.59	11.47	12.34	-4.61	-4.58	-4.55	0.28
Papalón	2.47	2.61	2.76	8.12	8.79	9.79	-3.2	-3.14	-3.08	0.30
San Juan de Dios	1.04	1.05	1.07	67.22	72.72	81.19	-0.28	-0.21	-0.11	-0.03
La Banderita	1.19	1.22	1.26	60.12	65.04	72.62	-6.37	-6.25	-6.06	-0.01
San Nicolás	1.72	1.78	1.84	68.89	64.94	83.77	-4.13	-4.22	-3.80	0.40
San Ramón	2.36	2.46	2.54	34.85	38.78	42.3	-3.4	-3.33	-3.26	0.48

Los niveles de agua no están ligados a los Bancos del Nivel de la red geodésica.

Tabla 8-2-9 Niveles de Agua sobre la Sección Transversal del Puente para el Grupo 2

Cuencas	Velocidad(m/s)			Caudal(m <sup>3</sup> /s)			Niveles de agua sobre la sección del puente (m)			Nivel del puente (m)
	Período de retorno (años)	25	50	100	25	50	100	25	50	
El Junquillal	1.86	1.89	1.91	246.28	274.28	306.10	0.92	0.98	1.04	0.205
El Guayacán	1.02	1.04	1.07	149.08	166.03	185.29	>0.86*	>0.86 *	>0.86 *	0.86
Las Chanillas	4.76	4.88	5.03	668.61	725.92	802.33	-4.1	-3.95	-3.75	0.18
Inalí	4.69	4.80	4.92	579.58	635.18	694.94	-3.61	-3.46	-3.3	0.32
Tapacalí	2.65	2.78	2.90	886.75	1013.44	1266.80	295.76	296.06	296.61	299.618

Los niveles de agua no están ligados a los Bancos del Nivel de la red geodésica sobre Tapacalí.

\* Línea de carretera

### 8.3 Estudio Geológico

#### 8.3.1 Objetivos y Método del Estudio

##### 1) Perforación, Sondeo y Muestreo

La exploración por perforación fue ejecutada en los sitios de taludes y puentes los cuales se seleccionaron a través de los estudios en la primera fase. Las perforaciones en los taludes fueron ejecutadas con el fin de obtener los datos básicos necesarios para la evaluación de la estabilidad del talud o la pendiente entera. En los sitios de puentes, también se realizaron perforaciones para obtener los datos básicos necesarios para la evaluación de la estabilidad del lecho de cama considerando su morfología, los sedimentos del río y suponiendo la situación de dicho lecho. Además, el muestreo y la prueba de penetración estándar también fueron realizadas en cada sitio.

##### 2) Método de Estudio

La investigación se realiza conforme a ASTM por la razón de que en Nicaragua no hay otra norma que se aplique. Con las muestras obtenidas por sacamuestras se realizaron análisis de diámetro de partícula, prueba de peso específico de la partícula de suelo, prueba de contenido de humedad y LLPL, para comprender la propiedad física del estrato de objeto del estudio. Por otra parte, se trató de comprender el valor de propiedad física de las bases de roca por medio de ensayo de compresión sin sujeción, además de la prueba de densidad aparente usando las muestras extraídas como núcleo.

### 3) Selección de Sitio de Perforación

Al definir el sitio y cantidad de perforación, la característica de cada sitio y el resultado del estudio de la primera fase deben ser bien estudiados por la investigación visual antes de la perforación. El talud de corte y relleno se clasificaron en cinco categorías como se muestra en la Tabla 8.3.1 (Tabla 8.3.1 y Figura 8.3.1 del texto principal). Y el cimiento de puentes se divide en dos categorías como se muestra en la Tabla 8.3.2 (Tabla 8.3.2 y Figura 8.3.2 del texto principal). La ordenación de perforación en los sitios objeto de estudio se muestra en la Tabla 8.3.3 (la Tabla 8.3.2 del texto principal).

**Tabla 8.3.1 Ítems de Clasificación para Exploración por Perforación (Talud)**

Categoría	Características	Cantidad de Perforación
Tipo-A	El estrato es simple o compuesto con la alteración. Donde se comprende fácilmente la litofacia y estado de meteorización, y se considera que con una perforación es suficiente para evaluar la composición media de estrato que relaciona con la estabilidad.	BH=1
Tipo-B	Se observa la variación de composición de estrato y el grado de meteorización. Se considera que es necesario realizarse por lo menos dos perforaciones para evaluar la composición media de estrato que relaciona con la estabilidad.	BH $\geq$ 2
Tipo-C	La composición de estratos y el grado de meteorización es complejo. Donde hay necesidad de evaluar la estabilidad de toda pendiente incluyendo el talud objeto de estudio y por lo menos se exigen más de tres perforaciones. En donde se prevé el alud de fango, y se planea construir la presa de sabo (control de erosión) con el fin de que la inclinación del lecho del río sea menos de 3° en el sitio que se cruce el río con la carretera.	BH $\geq$ 3
Tipo-D	La mayoría de la información de estabilidad se puede obtener por observación visual de rocas sólidas expuestas. La perforación no es necesaria.	BH=0
Tipo-E	La composición geológica y el grado de meteorización son extremadamente complejos por la falla o alteración volcánica. La cantidad de perforación dependerá de la situación.	Depende de la situación. Facultativo.

**Tabla 8.3.2 Ítems de Clasificación para Exploración por Perforación (Puente)**

Categoría	Características	Cantidad de Perforación
Tipo- $\alpha$	Debido a topografía plana, sección geológica y distribución de rocas expuestas, se puede evaluar el lineamiento de la característica geológica y espesor de estrato alrededor del puente por una perforación. Sobre todo, si el puente está situado en un lugar llano y/o es corto.	BH=1
Tipo- $\beta$	Se prevé la variación de composición del estrato, y se puede apreciar la característica geológica y espesor promedio por medio de la ejecución de perforación plural en el punto donde se varía.	BH $\geq$ 2




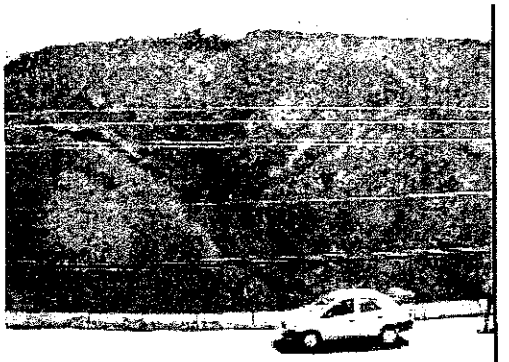
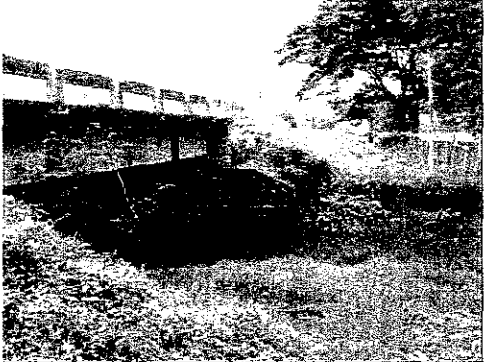

<p>Muestra de Tipo-A</p>	<p>Serial-No.8 (ID- No.001B230)                  La composición del talud es simple, y se permite la investigación visual extensamente. Además, el estado de meteorización es homogéneo. Por lo tanto, no se lleva a cabo la perforación en el talud. Sin embargo, se realiza una perforación en el pie del talud o en el hombro de la carretera con el fin de examinar la posibilidad de derrumbe del talud.</p>	
<p>Muestra de Tipo-B</p>	<p>Serial-No.32 (ID- No.003C150)                  Se encuentran la meteorización y arcillación del toba en la topografía y característica de talud que influyen en la anomalía del mismo. Y existe una pequeña topografía anormal (el terreno plano en el pie del barranco como faja), y en el hombro hay escalonada. Por medio de perforación plural, se comprende la variación de composición.</p>	
<p>Muestra de Tipo-C</p>	<p>Serial-No.35 (ID- No.005A010)                  El colapso del talud afecta la estabilidad de talud entero junto con la composición de estrato geológico y aguas filtradas de mesa de lava, como se encuentra en NIC.5. La altura y ancho del talud requieren el examen incluyendo a todo lo largo de la carretera. La perforación plural debe ser ejecutada para que se posibilite la evaluación íntegra.</p>	
<p>Muestra de Tipo-D</p>	<p>Serial-No.22 (ID- No.001A010)                  No hay vegetación y talud entero se forma con flujo de lava andesita encima de la capa estable del aglomerado. Es posible evaluar el grado de meteorización y estabilidad visualmente.</p>	

Figura 8.3.1 Ejemplos sobre items de clasificación de perforación(Talud)

<p>Muestra de Tipo-<math>\alpha</math></p>	<p>Serial-No.4 (ID- San Ramón)                  Es un puente relativamente corto colgado en el sitio plano en donde geográficamente no hay variación.                  No hay necesidad de suponer que haya la variación de composición de estrato en ambas orillas, y se puede evaluar el promedio de composición geográfica y el espesor de estrato por medio de una perforación.</p>	
<p>Muestra de Tipo-<math>\beta</math></p>	<p>Serial-No.45 (ID- La Banderita)                  El puente está colocado sobre el valle con la forma de flecha en el área montañosa.                  Existe la posibilidad de que haya variación de composición de estrato en ambos lados del río.                  Hay que evaluar la composición geológica y espesor del estrato ejecutando dos o más perforaciones.</p>	

**Figura 8.3.2 Ejemplos sobre items de clasificación de perforación (Puente)**

Tabla 8.3.3 Ordenación de Exploración de Perforación

No. De Ruta		Nic.1	
Número de Serie de Sitio Crítico de Desastres	ID.No	Kilometraje desde Managua (km)	Tipo de Perforación
1	NO01 A290	60.9	A
2	NO01 A280	73.2	C
3	Jinaguál	113.19	$\alpha$
4	San Nicolas Las Chirilias	135.64	$\alpha$
5	(REsta1)	150.33	$\beta$
6	San Ramón	151.65	$\beta$
7	NO01 A240	168.4	A
8	NO01 B230	168.6	A
9	NO01 B200	169.8	D
10	NO01 B190	170.7	D
11	NO01 B170	171.3	A
12	NO01 B150	175.0	A
13	NO01 B120	176.2	A
14	NO01 A110	178.7	A
15	NO01 E100	187.3	D
16	NO01 B070	204.7	A
17	NO01 A050	214.7	A
18	Río Inaf	226.89	$\beta$
19	Río Tapacal	233.245	$\beta$
20	NO01 B030	232.5	D
21	NO01 A020	233.7	D
22	NO01 A010	235.6	D

No. de Ruta		Nic.3	
Número de Serie de Sitio Crítico de Desastres	ID.No	Distancia desde Sebaco(km) (*Fuente: desde Managua)	Tipo de Perforación
23	003B420	3.9	A
24	003B400	6.9	B
25	003B370	7.4	A
26	El Guayacan	119.05	$\alpha$
27	NO03 B320	22.1	A
28	NO03 B240	32.7	A
29	NO03 B230	32.9	B
30	NO03 E170	35.2	C
31	NO03 C160	35.9	B
32	NO03 C150	36.0	B
33	NO03 C140	39.4	B
34	NO03 B120	40	A

No. Ruta		NIC.5	
Número de Serie de Sitio Crítico de Desastres	ID.No	Distancia desde Matagalpa (km)	Tipo de Perforación
35	NO05 A010	24.6	C

No. Ruta		Nic.15	
Número de Serie de Sitio Crítico de Desastres	ID.No	Distancia desde Las Manos (km)	Tipo de Perforación
36	NO15 E010	9.9	C
37	NO15 E020	11.1	C
38	NO15 E050	11.7	A
39	NO15 E060	13.6	A

No. Ruta		Nic.26	
Número de Serie de Sitio Crítico de Desastres	ID.No	Distancia desde empalme entre San Isidoro y Sebaco (km) (*Fuente: desde Managua)	Tipo de Perforación
40	NO26 A010	9.0	D
41	NO26 A020	12.7	D
42	NO26 A030	19.9	D
43	NO26 A040	20.8	D
44	NO26 A060	24.7	A
45	La Banderita	170+952	$\beta$
46	NO26 A100	26.3	A
47	NO26 B110	28.8	D
48	NO26 A130	33.6	A
49	NO26 B140	34.0	A
50	NO26 A150	34.2	C
51	NO26 B160	37.0	A
52	San Juan de Dios	156+785	$\alpha$
53	NO26 B210	45.5	A
54	Papalón	108+154	$\alpha$
55	Solís	107+533	$\alpha$

R.F. Caída de Roca  
 R.C. Colapso de Roca  
 S.S. Deslizamiento de Tierra  
 D.F. Alud de Fango  
 Bridge Socavación de Cimiento

### 8.3.2 Resultado del Estudio

#### 1) Evaluación del Resultados del Estudio

La evaluación ha hecho llevanda a cabo, basandose en el resultado del estudio de fase anterior, para confirmar el potencial de desastres de cada sitio a través de investigar las situaciones actuales de meteorización y colapso no sólo de la superficie de talud sino de la parte interior del mismo. En cuanto al puente, la evaluación ha sido realizada por medio de la investigación del impacto al puente confirmando el avance de socavación y analizando los datos hidrológicos.

#### 2) Evaluación del talud

**A:** El grado de meteorización y colapso es grande y se considera necesario tomar algunas medidas urgentes. Como la meteorización alcanza hasta la parte interior de talud, existe alto potencial de desastres. (Puntaje 10)

**B Plus (B+):** Entre la evaluación A y la B (Puntaje 8)

**B:** El grado de meteorización y colapso es mediano. Aunque se encuentra el avance de meteorización en la parte interior del talud, no tiene tanta profundidad. Se considera que el potencial de desastres es mediano. (Puntaje 6)

**B Menos (B-):** Entre la evaluación B y la C (Puntaje 4)

**C:** No existe el avance notable de meteorización y colapso. La meteorización no alcanza la parte interior del talud. (Puntaje 2)

**D:** En caso de que el talud esté completamente colapsado o las obras de contramedidas se han ejecutado por completo, ya no será objeto de evaluación.

#### 3) Evaluación de la Socavación del Cimiento del Puente

**A:** El avance de socavación del cimiento de puente es destacado y se considera la necesidad de tomar algunas medidas urgentes. En contraste con la velocidad de la corriente de agua y el caudal, existen factores que permiten el avance de socavación como el estrechamiento del cauce en donde el puente cruce el río. (Puntaje 10)

**B Plus (B+):** Entre la evaluación A y la B (Puntaje 8)

**B:** El avance de socavación es mediano. En contraste con la velocidad de la corriente de agua y el caudal, existen factores de media escala que permiten la socavación. (Puntaje 6)

**B Menos (B-):** Entre la evaluación B y la C (Puntaje 4)

**C:** No existe avance notable de socavación. En contraste con la velocidad de la corriente del agua y el caudal, no existen factores que permiten la socavación. (Puntaje 6)

**D:** El puente se destruyó completamente o las obras de contramedidas se han ejecutado por completo, y no será objeto de evaluación.



Nota: Los susodichos son una evaluación de investigación detallada que no se ha podido lograr a través de la inspección de estabilidad.

En cuanto a la socavación del cimiento del puente se asumen varios ítems de la condición natural, por lo tanto la evaluación integrada será revisada por el promedio de cada uno de los siguientes ítems.

Sin embargo, en caso de que un sitio se evalúa integradamente como más de dos A, se considera como A de acuerdo con la situación.

<b>Detalle</b>	<b>Categoría</b>	<b>Situación</b>
Velocidad	A	Velocidad (Valor observado o valor calculado) 5m/ s más
	B	3m/ s -5m/s
	C	Menos de 3m/s
Caudal	A	Hay historial que agua sobrepasó la superestructura. O cuando la sección es extremadamente pequeña en contraste con el caudal calculado.
	B	Hay historial que agua casi sobrepasó la superestructura. O cuando la sección es relativamente pequeña en contraste con el caudal calculado
	C	No hay registro de que el agua sobrepasó la superestructura en el pasado.. O la sección no tiene ningún problema para el caudal calculado.
Suelo Socavación	A-C	Igual que la evaluación del Talud.
	A	Cuando se encuentra el factor causante de socavación grande. Ejemplo: El ancho del río se estrecha extremadamente en donde el puente cruza el río, etc.
	B	Cuando se encuentra el factor causante que provoca el avance de la socavación..
	C	No hay factor causante de socavación.

El resultado arriba mencionado se muestra en la Tabla 8.3.4 (Tabla 8.3.5 del texto principal).

**Tabla 8.3.4 Evaluación del Estudio de Condición Natural**

Serial No.	ID No.	Evaluación	Puntaje
1	N001A290	A	10
2	N001A280	A	10
3	Junquillal	B	6
4	San Nicolas	C	2
5	Las Chanillas	B	6
6	San Ramon	C	2
7	N001A240	B	6
8	N00B230	B+	8
9	N001B200	C	2
10	N001B190	B-	4
11	N001B170	B	6
12	N001B150	A	10
13	N001B120	A	10
14	N001A110	B+	8
15	N001B100	B-	4
16	N001B070	B+	8
17	N001A050	A	10
18	Rio Inali	B-	4
19	Rio Tapacali	C	2
20	N001B030	B	6
21	N001A020	C	2
22	N001A010	B-	4
23	003B420	C	2
24	003B400	B+	8
25	003B370	B+	8
26	El Guayacan	A	10
27	N003B320	B+	8
28	N003B240	B-	4

Serial No.	ID No.	Evaluación	Puntaje
29	N003C230	A	10
30	N003E170	A	10
31	N003C160	A	10
32	N003C150	B+	8
33	N003C140	A	10
34	N003B120	B	6
35	N001A050	A	10
36	N015E010	A	10
37	N015E020	A	10
38	N015E050	B-	4
39	N015E060	B-	4
40	N026A010	B	6
41	N026A020	B	6
42	N026A030	C	2
43	N026A040	C	2
44	N026A060	A	10
45	La Banderita	C	2
46	N026A100	B	6
47	N026B110	C	2
48	N026A130	B	6
49	N026B140	A	10
50	N026A150	A	10
51	N026B160	A	10
52	San Juan de Dios	B-	4
53	N026B210	B+	6
54	Papalón	C	2
55	Solís	C	2

## CAPÍTULO 9 ESTUDIO AMBIENTAL

### 9.1 Ley de Evaluación de Impacto Ambiental

El proyecto del Estudio no serán objeto de la evaluación del impacto ambiental en Nicaragua. Sin embargo, sin hacer caso de la dimensión del proyecto, todos los proyectos necesitan obtener el permiso ambiental de MARENA. Por lo tanto, las empresas privadas y agencias públicas deben hacer la solicitud para el permiso y cumplir el procedimiento establecido por las leyes nicaragüenses.

### 9.2 Condición de Ambiente Natural y Social

#### 9.2.1 Bosque

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.

#### 9.2.2 Fauna y Flora

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:

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

#### 9.2.3 Propiedad del Terreno

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”.

#### **9.2.4 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.

#### **9.2.5 Derecho de Agua/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).

#### **9.2.6 Conservación de Áreas Indígenas**

Tres áreas de la Costa Atlántica están especificadas como área protegida indígena. En otros sitios, también hay asentamientos indígenas, pero no está designado como el área protegida y no hay restricción de explotación.

#### **9.2.7 Desechos Sólidos**

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.

### **9.3 Factores de Impacto Ambiental**

Diez ítems se seleccionaron para evaluar los impactos negativos: traslado de habitantes, actividades económicas, facilidades de vida y tráfico, desechos, aguas freáticas, lago y río,

fauna y flora, paisaje, contaminación de calidad de agua, ruido y vibración. Las razones de selección se describen a continuación.

### **1) Traslado de Habitantes**

Casi todos los sitios de desastres a excepción de los sitios de las fallas en el cimiento del puente son objetivo del traslado de habitantes. Pero, en caso del presente estudio, no habían necesidad de traslado de habitantes. Sólo se necesita la adquisición de terreno para las obras de construcción. Se ha asumido que será necesario el traslado de habitantes en tres sitios.

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.

### **2) Actividades Económicas**

Donde hay facilidades que generan ingresos, se evalúan el impacto del sitio objeto. Hay seis sitios objetivo. Cinco sitios son tierras cultivadas. Un sitio es un hotel en onstrucción..

### **3) 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, todos los sitios deben ser preparados para evitar los problemas por medio de la regulación de carriles bajo construcción.

### **4) 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..

### **5) Aguas Freáticas**

Hay pozos cerca de los sitios donde las medidas serán propuestas. En general, las agua no artesianas (el agua libre) se encuentran en todos los pozos de los alrededores 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.

**6) Lago y Río**

Como lagos y ríos, los tres (3) sitios donde se planifican los diques se prevé la influencia del impacto. Los ríos en estos 3 puntos se usan para lavar por personas locales.

**7) Fauna y Flora**

Hay muchas faunas y floras preciosas 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 de Cerro Tomabu
- Área de Cerro El Arenal
- Área de Cordillera Dipilto y Jalapa

**8) Paisaje**

Los sitios dentro del área de protección, a excepción del sitio 4 de contramedidas de fundamento del puente, están seleccionados como sitios de consideración cuidadosa al paisaje.

**9) Contaminación del agua**

Todos los sitios se evaluaron como sitios de consideración para la contaminación del agua por la razón de la contaminación del agua junto con las obras de protección de socavación de fundamento de puente y obras de protección del talud.

**10) 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

## CAPÍTULO 10 INVESTIGACIÓN DE TRÁFICO

### 10.1 Metodología de la Investigación

El plan de tráfico fue ejecutado sobre la base del Plan Nacional de Transporte (PNT: febrero de 2002). Dos tipos del estudio se llevó a cabo:

- Clasificación directa de Conteo; y
- Encuestas de Origen y Destino

Ambos tipos de investigación fueron realizadas en 9 sitios de ubicación; como se muestra en la Tabla 10.1.1. El conteo de tráfico se realizó durante un período de 12 horas al día (06:00 a 18:00) en todas las 9 ubicaciones, y conteo de 24 horas realizado en las ubicaciones 2 y 6. La meta de entrevistas establecido fue entre 30% a 50% del total del tráfico. El conteo de clasificación se realizó en intervalos de 15 minutos. Diez tipos de vehículos fueron registrados: carro, camioneta, microbús, bus, camión pequeño, camión grande, camión articulado, tractor, motocicleta y bicicleta.

Menos del 30% de los ciclistas fueron encuestados, pero esta categoría no es importante como un vehículo motorizado para los resultados del estudio. En todas las otras categorías de vehículos, más del 40% del tráfico fue encuestado, con un total de porcentaje mayor al 50%. Lo que se considera muy satisfactorio en términos estadísticos.

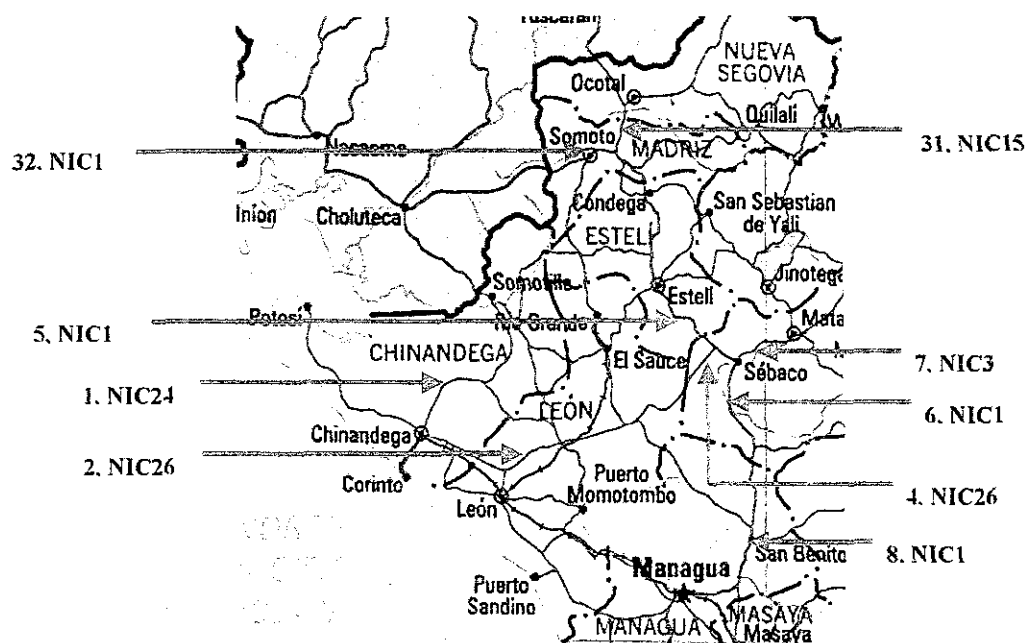
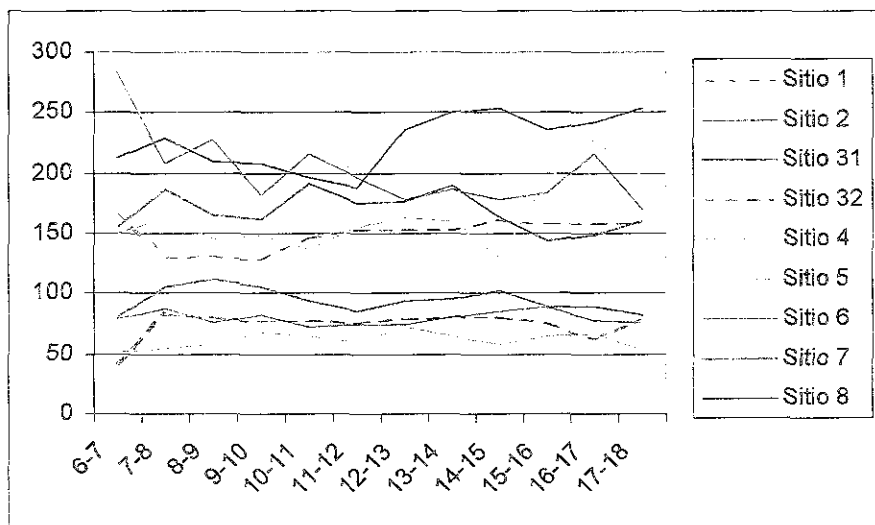


Figura 10.1.1 Ubicación de los Sitios de la Investigación

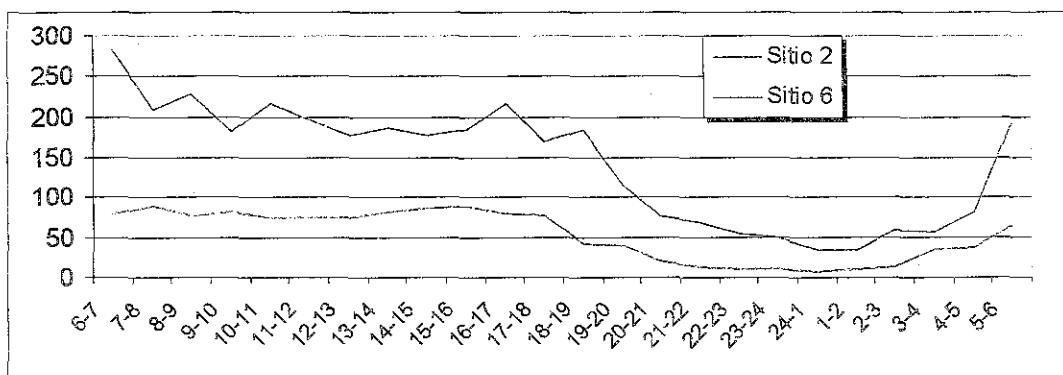
**10.2 Agregado de los Resultados de la Investigación**

La Figura 10.2.1 (Figura 10.3.2 del texto principal) muestra el perfil horario durante 12 horas del día en cada sitio de investigación. Los sitios 1,2, 31, 32, 4 y 7 reflejan un perfil relativamente plano durante el día. El sitio No. 5 (Santa Cruz, NIC 1) muestra un fuerte pico por la tarde entre las 16:00 y las 17:00 horas. El Sitio No.6 (Sébaco, NIC 1) muestra un repunte por la mañana entre las 06:00 y las 07:00 horas, y en el Sitio No. 8 (San Benito, NIC 1) el volumen observado después de las 12:00 horas fue mayor, que en las primeras 6 horas.



**Figure 10.2.1 Variación de Tráfico Total por Hora, 06.00 a 18.00 en todos los sitios**

La Figura 10.2.2. (Figura 10.3.3 del texto principal) muestra el perfil por hora del tráfico observado en los dos sitios de conteo de 24 horas. La hora pico en el sitio 2 (Telica, NIC 26) se registró entre las 15:00 y las 16:00 horas, con el 7.1% del total del tráfico observado en 24 horas. La hora pico en el sitio 6 (Sébaco, NIC 1) se registro entre las 06:00 y 07:00 horas con un 8.3% del total del tráfico observado en 24 horas. En el sitio 2, el 76.5% de las 24 horas de observación de tráfico se registraron durante las 12 del día, y en el sitio 6 este fue menor de 70.7%.



**Figura 10.2.2 Variación total de Tráfico por hora, 24 Horas, Sitios 2 y 6.**



Los datos para convertir de un conteo de 12 horas a 24 horas están disponibles para 20 de las principales carreteras en Nicaragua para el año 2001, a como se muestra en la Figura 10.2.3. (Figura 10.3.4 del texto principal) Los datos de las investigaciones de los sitios 2 y 6 también han sido incluidos. Los datos del sitio 2 se muestran muy parecidos al promedio observado, y sus valores posteriores han sido adoptados.

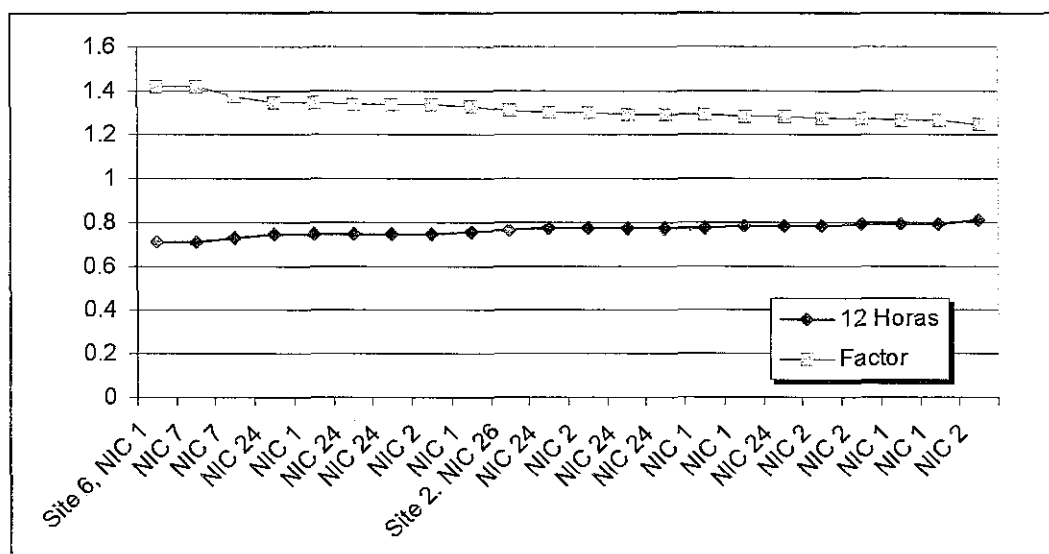


Figura 10.2.3 Relación observada entre 12-horas y 24-horas de conteo

La proporción resultante del tráfico diario ocurrido en un período de 12 horas es de 0.762, y el factor de conversión de 12 a 24 horas es 1.31.

La aplicación de los resultados anteriores en un factor total para su uso en la conversión del flujo de tráfico observado durante 12 horas en volumen de Transito Promedio Diario Anual (TPDA) sumado en la Tabla 10.3.4. El TPDA resultante se muestra en la Tabla 10.2.1. (Tabla 10.3.5 del texto principal)

Tabla 10.2.1 Factores de Conversión de TPDA

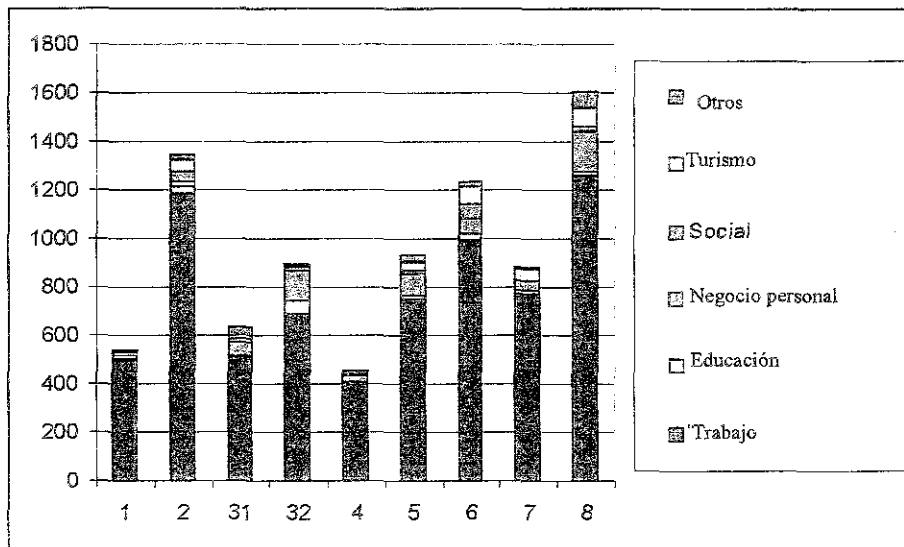
Conversion	Factor
12-horas a 24-horas	1.31
Martes/Miercoles en promedio semanal	1.0943
Junio en Promedio Mensual	1.05
12-horas en TPDA	1.51

El TPDA conformado en base al conteo de investigación, ha sido comparado con los datos históricos del MTI en esos puntos. El TPDA estimado para tráfico motorizado (excluyendo bicicletas y tractores) se muestran en el Gráfico 10.3.5 para 1997 a 2002. En adición a estos nueve puntos, el tráfico ha crecido en un promedio de 10.4% por año en un período de 5 años.

**10.3 Agregado del Resultado de la Entrevista**

Figura 10.3.1 (Figura 10.4.2 del texto principal) muestra la distribución de los propósitos de viaje por sitio. En cada sitio, los vehículos que de entrevistaron fueron dominados por viajes hacia el trabajo. El promedio, 83% de todos los entrevistados dieron como propósito principal ir al trabajo. En el sitio 1 como podemos ver en esta figura hubo un aumento hacia el 92%. Negocios personales, incluyendo compras, representan el 7% de las respuestas..

**Figura 10.3.1 Número de Entrevistas en Cada Sitio por Propósito de Viaje**



## CAPÍTULO 11 SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO

### 11.1 Objetivos y Método

El propósito de este capítulo es de establecer un sistema socio-económico para Nicaragua que pueda ser utilizado para crear el pronóstico de Tráfico. En adición a las condiciones de estimación de los beneficios económicos que fluyen de las inversiones de protección de carreteras ya establecidas. Como regla general, existe una fuerte relación entre condiciones económicas y el volumen de tráfico. Las relaciones específicamente adoptadas para este estudio se describen a continuación.

- Población
- Actividad Económica y crecimiento sectorial
- Niveles de Ingreso

Existe una fuerte relación entre ingresos y dueños de vehículos. Los datos de ingresos personales no están disponibles; para su uso han sido utilizados el Producto Interno Bruto (PIB) como un aproximado. Investigaciones han demostrado que existe también una gran conexión entre el PIB por persona y dueño de vehículo.

Los Beneficios que fluyen desde las inversiones en el transporte están convencionalmente medidos como la suma de:

- Ahorro en el costo de operación de los Vehículos
- Ahorro de Tiempo

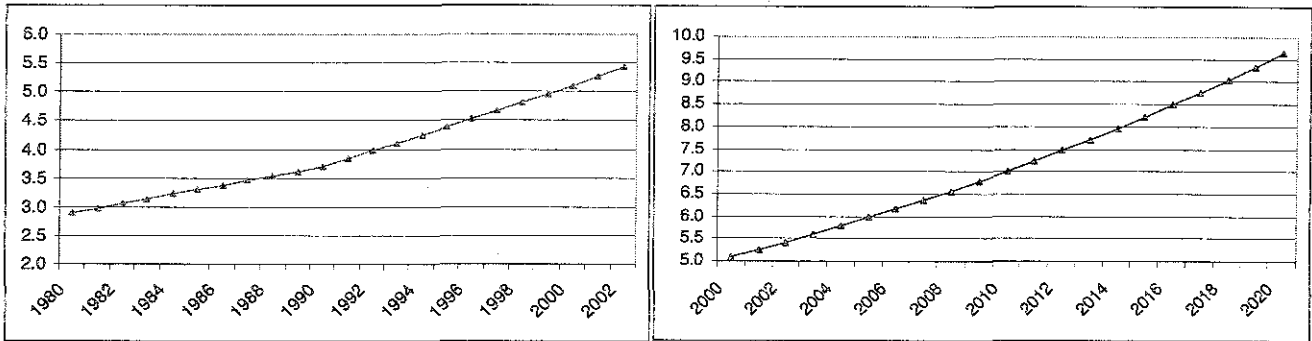
El costo de operación de Vehículos ha sido estimado utilizando el método y datos provistos por el Plan Nacional del Transporte de Nicaragua (Febrero 2001). Algunos precios, como el del combustible, es el valor actual utilizado para el estudio. El ahorro de tiempo ha sido estimado utilizando los valores proporcionados por el Plan Nacional del Transporte, los que no han sido modificados.

### 11.2 Datos de Antecedentes y Pronósticos

La Figura 11.2.1 muestra el crecimiento de la población de Nicaragua para el período de 1980 al 2002. Durante ese período la población creció en 87%, con un promedio de crecimiento anual de 2.9%.

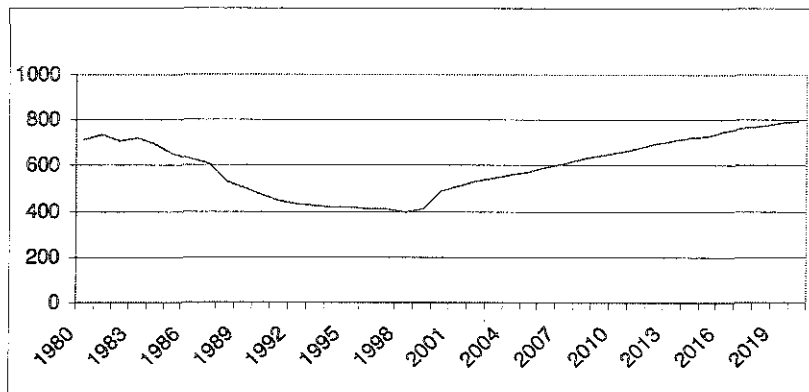
La estructura por edad de la Población es extremadamente inclinada hacia los grupos más jóvenes. Como consecuencia, el crecimiento de la población en un futuro se espera será mucho mayor que en el pasado. La Figura 11.2.2 muestra el pronóstico del crecimiento de

la población hasta el año 2020. El crecimiento entre el año 2002 y 2020 se estima será del 78%, con un índice de crecimiento anual del 3.25%.



**Figura 11.2.1 : Población de Nicaragua (Millones), 1980 a 2002**      **Figura 11.2.2 Pronóstico de la Población de Nicaragua hasta el año 2020, Millones**

La Gráfica 11.2.3 (Figura 11.2.4 del texto principal) muestra el PIB por persona para el periodo 1980 a 2000 y el pronóstico del año 2000 al 2020. El promedio del PIB por persona cayó drásticamente desde mediados de 1980 durante un período de 15 años, manteniéndose como uno de los más bajos del hemisferio occidental. Desde 1998 el PIB por persona comenzó a crecer nuevamente, y actualmente se pronostica que este aumentará en 2.3% por año hasta el 2020.



**Figura 11.2.3 Promedio del PIB por persona (US\$), Nicaragua 1980 - 2020**

La Figura 11.2.4 muestra la posesión de carros en países seleccionados de Latinoamérica y Asia para 1996. Estos han sido elegidos para proveer una comparación relativamente cercana con Nicaragua, tanto el de arriba como el de abajo. En la Figura 11.2.5 los valores han sido marcado según el PIB por persona estimado para el mismo año. Estas dispersiones gráficas muestran las relaciones generales entre el PIB y la posesión de vehículo, el que puede ser descrito mejor por la fórmula:

$y = 0.0349x - 3.4031$     *y es la posesión de vehículo per 1000 población y x es GDP per cápita*

Utilizando la relación anterior se pronostica que mientras el PIB incrementará en un factor de 1.62 en 20 años hasta el año 2020, la posesión de vehículos incrementará en un factor de 1.78 durante el mismo período de tiempo, el promedio anual de índice de crecimiento es 2.9%.

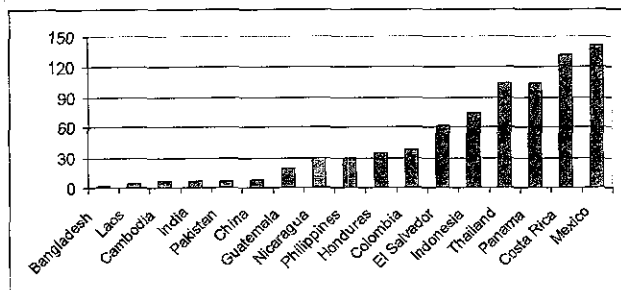
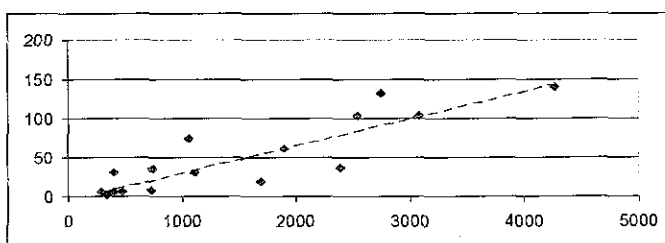


Figura 11.2.4 Posesión de Vehículo (por 1000 personas)



PIB por persona, Dólares americanos por año

Figura 11.2.5 PIB por persona y posesión de vehículos por 1000 personas

### 11.3 Costo de Operación por Vehículo

Los Parámetros para el costo de operación por vehículo han sido tomados del Plan Nacional del Transporte del 2001. Los costos de Combustible y lubricante están valorados en el precio actual del 2002. La cantidad de ocupantes de vehículos fue tomada de las investigaciones realizadas en 2002, que refleja las condiciones actuales en las carreteras en estudio y no el promedio nacional. El valor del tiempo de los pasajeros no ha sido incluido en el costo de operación de vehículos (por 1000 Km.), pero son calculados por separado y convertidos en un costo de vehículo por hora. En este caso, el modelo producto del tráfico (Capítulo 12 de texto principal), puede ser utilizado para una estimación directa del ahorro de tiempo de los pasajeros y por lo tanto del costo.

La composición del costo de operación por tipo de vehículo se muestra en la Gráfica 11.3.1. El componente del costo del combustible tiende a ser mucho más alto en Nicaragua que en otros países debido al precio de la gasolina (C\$ 29.99, US\$ 2.13 por galón), y el diesel (C\$ 23.0, US\$ 1.64 por galón) registrados en junio del 2002.

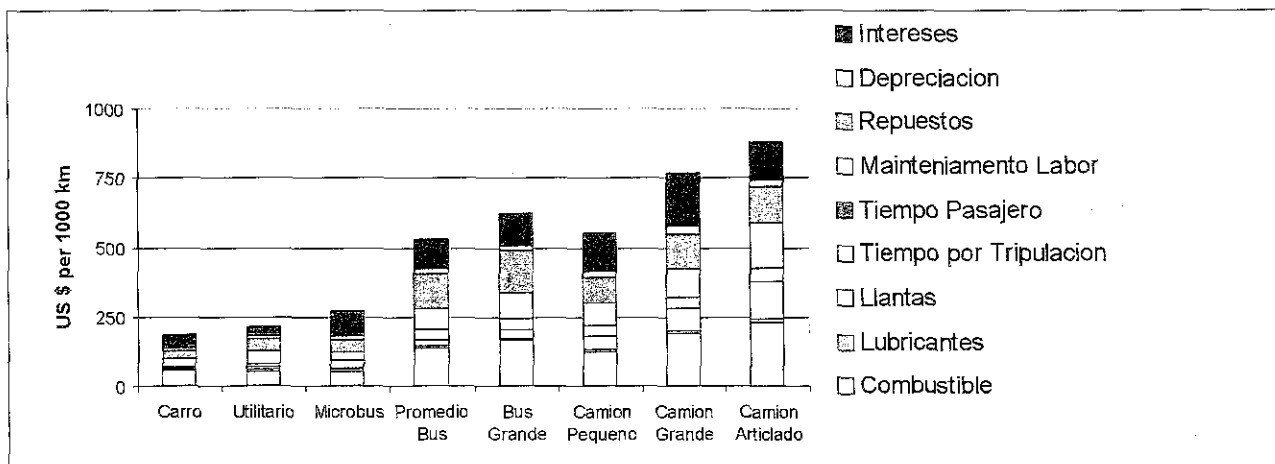


Figura 11.3.1 Costo de Operación de Vehículos, Nicaragua 2002, US \$ por 1000 Km

#### 11.4 Factores de Crecimiento de Tráfico

Para este estudio se han establecidos dos años que han sido pronosticados: 2010 y 2020. Las matrices de tráfico descritas en el capítulo 12 han sido factorizadas de acuerdo con la Tabla 11.4.1., de acuerdo con la proyección económica antes descrita.

El crecimiento del tráfico será muy dependiente del crecimiento económico. El pronóstico del PIB es relativamente optimista, prediciendo un crecimiento sostenido en la economía alrededor del 5% en un período de 20 años. Con el fin de evaluar los efectos en caso que se produzca un crecimiento menor, ha sido desarrollada una prueba de sensibilidad. En esta prueba, se asume un crecimiento económico del 60% de los índices pronosticados en la Tabla 11.4.1, de igual forma entre todos los sectores. Cuando esta reducción del crecimiento se convierte en el factor de crecimiento del tráfico, los valores resultantes aparecen en la Tabla 11.4.2 del texto principal.

**Tabla 11.4.1 Factores de Crecimiento de Tráfico para 2010 y 2020**

	Crecimiento 2002 - 2010	Crecimiento 2002 - 2020	Descripción Funcional
Carros	1.57	2.74	Crecimiento de la población x aumento de propietarios de vehículo
Camionetas	1.57	2.74	Crecimiento del PIB x aumento de propietarios de vehículo
Buses	1.29	1.78	Población
Camiones (Agricultura)	1.68	2.87	Crecimiento de sector Agrícola
Camiones (Otros Primarios)	1.19	1.60	Crecimiento del sector de otros 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 del Promedio económico

**Tabla 11.4.2 Factor de Crecimiento del Tráfico (Prueba de Sensibilidad)**

	Crecimiento 2002 - 2010	Crecimiento 2002 - 2020
Carros	1.31	1.83
Camionetas	1.21	1.48
Buses	1.29	1.78
Camiones(Agricultura)	1.21	1.48
Camiones (Otros Primarios)	1.07	1.19
Camiones (Industria)	1.20	1.45
Camiones (Construcción)	1.20	1.48
Camiones (Vacío, otros)	1.12	1.38

El valor del tiempo se espera que aumente en una línea recta con respecto al promedio del PIB por persona. Los factores a ser aplicados a los costos de los pasajeros por hora de vehículo (Tabla 11.3.1) se muestran en la Tabla 11.4.3. En la prueba de Sensibilidad, los valores del tiempo se pronostica que caen de acuerdo a la disminución del PIB por persona, ya que la población se pronostica aumentará en un índice mayor que el PIB.

**Table 11.4.3 Factor de Crecimiento aplicado al valor del tiempo, en 2002 US\$ valores**

	2002 - 2010	2002 - 2020
Marca base	1.239	0.924
Prueba de Sensibilidad	2.678	0.811

## CAPÍTULO 12 DEMANDA FUTURA DE TRÁFICO

### 12.1 Generalidades de la Metodología

La demanda total para el movimiento del tráfico ha sido formulado utilizando una combinación de los datos de la investigación de tráfico (Capítulo 10) y la proyección del crecimiento económico (Capítulo 11). La forma en que las rutas de tráfico son pronosticadas en la red de carreteras es utilizando la asignación del modelo de tráfico de JICASTRADA<sup>(1)</sup>.

Los módulos claves de JICASTRADA utilizados en este estudio son:

**Editor de Redes:** crea, modifica y valora la red de las carreteras.

**Matriz Manipuladora de OD:** construye las matrices de demanda de tráfico

**Asignación Incremental :** asigna el tráfico a la red.

**Reporte de las Carreteras:** para ver el volumen de tráfico y estadísticas de la red.

### 12.2 Red de las Carreteras

En el año base (2002) las principales carreteras comprenden 83 nodos y 113 conectores como se muestra en la Figura 12.2.1. Las carreteras en estudio de muestran en color rojo.

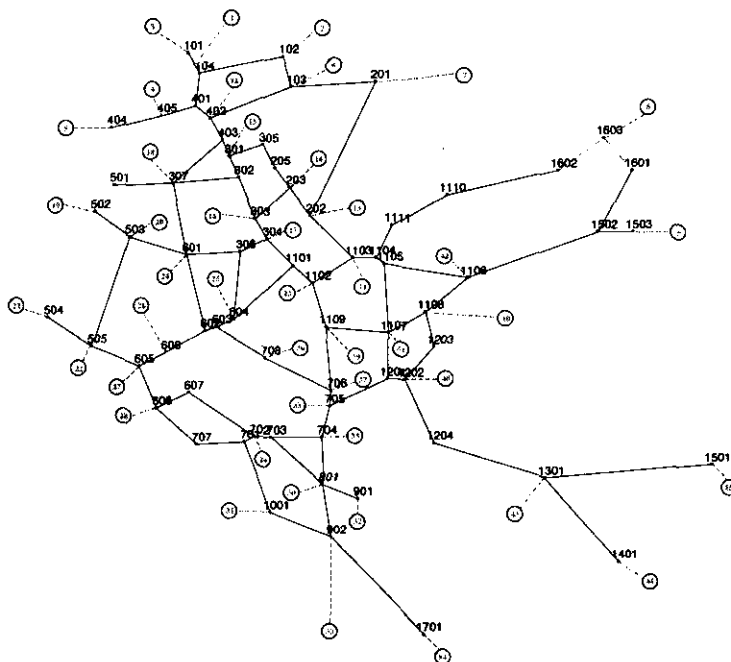


Figura 12.2.1 Año Base, Red de Carretera

(1) JICASTRADA Versión 2, Servicio de Datos de Corporación Internacional Co., Ltd, JICA, 1997 -- 2000



### 12.3 Estimación de Tráfico para el Año Base

La validación del año base se muestra en la Tabla 12.2.1. Note que el modelo no es valido para las carreteras que no son objeto de estudio.

La matriz de 12 horas para el año base fue factorizado de acuerdo a los volúmenes de TPDA según los datos reflejados en el Capítulo 10. Como información, estas matrices fueron asignadas a la red, y el estimado de tráfico resultante se muestra en la Figura 12.4.1 de texto principal. Los datos de la red para el 2002 se muestran en la Tabla 12.2.2.

**Tabla 12.2.1 Validación del año Base, 12 horas de flujo de vehículos, Junio 2002**

Sitio		Carro/ Taxi	Camionetas	Buses	Camiones pequeños	Camiones Grandes	Camiones Articulados	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

**Table 12.2.2 Año Base (2002) Estadísticas de la Red, Estimación del TPDA**

Modo	Horas por Vehículo	Km. por Vehículo	Velocidad promedio (km/hr)	Total de viajes	Promedio de la longitud del viaje (Km.)
Carro (1)	4069	253954	62.4	2367	107.3
Camionetas(2)	7111	443443	62.4	4409	100.6
Buses (3)	2614	157487	60.2	1419	111.0
Camiones pequeños (4)	3099	191994	62.0	1515	126.7
Camiones grandes (5)	1731	107714	62.2	726	148.4
Camiones articulados (6)	1479	88568	59.9	546	162.2
Total	20103	1243160	61.8	10982	113.2

## 12.4 Pronóstico del Tráfico Anual

Las matrices de demanda del pronóstico de tráfico han sido preparadas para tres años: 2003, 2010 y 2020, utilizando los factores derivados en el Capítulo 11. En las investigaciones de tráfico, no han sido realizadas encuestas en la Ruta NIC 5 y los viajes han sido adicionados a las matrices de validación entre la Zona 10( La Dalia) y la Zona 11 (Matagalpa) para el conjunto del conteo realizado por el MTI en el 2001. El total de viajes en cada matriz pronosticada están sumados en la Tabla 12.3.1.

**Table 12.3.1 Pronóstico por año de los Totales de TPDA por tipo de vehículo**

Vehículo/Año	2003	2010	2020
Carros	2493	3711	6521
Camionetas	5006	7351	12811
Buses	1523	1939	2654
Camiones Pequeños	1533	2481	4136
Camiones Grandes	889	1432	2412
Camiones Articulado	581	669	1539
Total	12028	17613	30073

Las Figuras 12.5.1, 12.5.2 y 12.5.3 del texto principal muestran las asignaciones del tráfico para los tres años pronosticados. Las estadísticas de las redes se muestra en la Tabla 12.3.2.

**Table 12.3.2 Estadísticas de Redes para el Pronóstico de Tráfico por año**

Tipo	2003		2010		2020	
	Horas por Vehículo	Km. por Vehículo	Horas por Vehículo	Km. por Vehículo	Horas por Vehículo	Km. por Vehículo
Carros	4299	268075	6167	391813	11365	713975
Camionetas	7586	472217	10991	691648	19747	1230257
Buses	2686	161758	3136	199148	4340	271850
Camiones Pequeños	3133	193383	4938	309370	9042	560748
Camiones Grandes	2121	131812	3105	199683	6042	379385
Camiones Articulado	1560	93606	1684	107094	4146	260251
Total	21387	1320851	30021	1898756	54682	3416466

## CAPÍTULO 13 EVALUACIÓN DEL PRONOSTICO DE TRÁFICO

### 13.1 Generalidades de la Metodología

Los beneficios del tráfico que podrían resultar con las medidas de prevención de desastres son evaluadas mediante la calculación de los perjuicios al tráfico en caso de ocurrencia de desastre. Se asume que en cada sitio el desastre resultaría en la clausura de ese conector en particular en la red y se necesitaría una re ubicación del tráfico. Cuando el tráfico es re ubicado para evitar el conector cerrado incurre potencialmente en dos tipos de perjuicios:

- i) Incremento en el costo de operación de vehículos debido a la distancia adicional e
- ii) Incremento en el costo de tiempo del pasajero.

Estos dos parámetros son evaluados por el modelo de JICASTRADA en adición a las redes para cada tipo de vehículo, en la forma de kilómetros por vehículo y horas por vehículo. Estos son convertidos en un costo monetario utilizando los parámetros mostrados en la Tabla 11.3.1. Luego estos son expresados como los beneficios de la toma de medidas para la prevención de desastres.

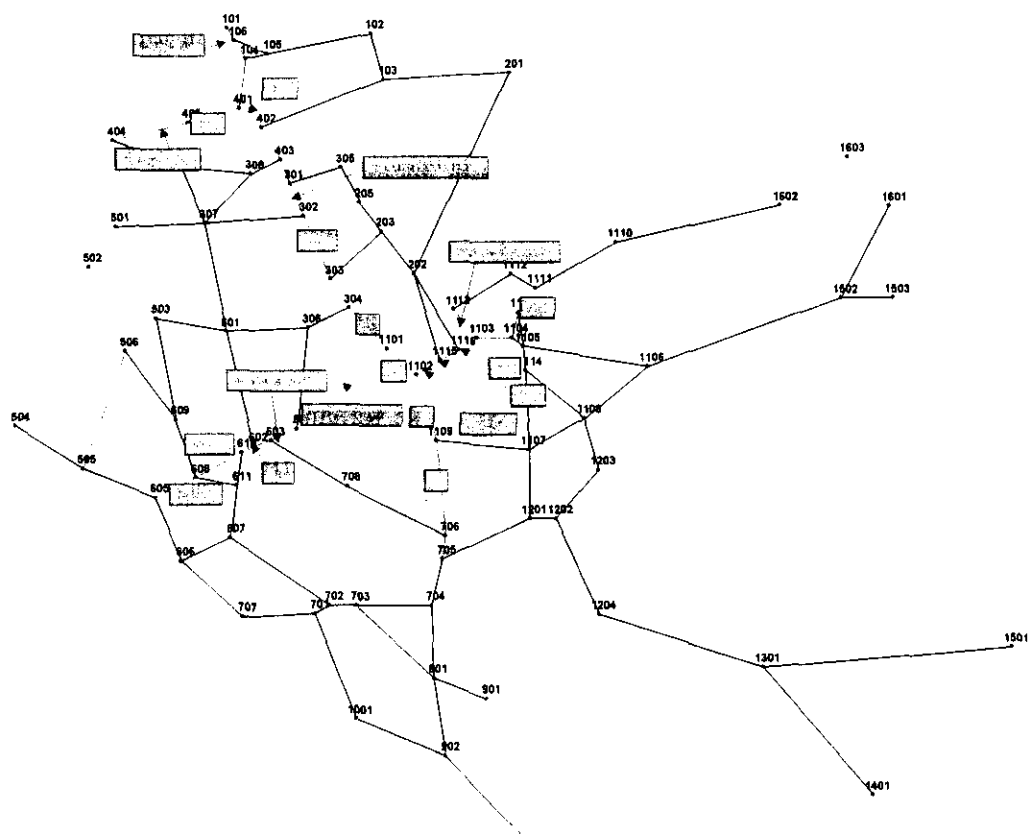
El flujo de los beneficios no se garantiza que ocurran, ya que los desastres pueden predecir, aun cuando no se han tomado medidas. Existe una probabilidad de ocurrencia de desastres, lo que es usado para afectar la corriente de los beneficios. La inspección preliminar de ingeniería en los sitios ha resultado en dos parámetros utilizados para afectar la corriente de los beneficios. Estos son:

- i) Un máximo de vida de la carretera. Si no se toman medidas preventivas, este varía de 1 a 20 años, y refleja el riesgo de la ocurrencia de desastres. Los beneficios solo resultan después de que el tiempo de vida ha terminado; y
- ii) Un indicador de estabilidad de los taludes o de cimientos de los puentes , el que puede variar de 70 a 100. Este puntaje es utilizado para factorizar bajo los beneficios, los que se resultan cada año luego que trabajos de prevención de desastres han sido implementados.

Un ejemplo de hoja de calculo para evaluar el costo y beneficio se muestra en la Figura 13.1.1 del texto principal.

### 13.2 Simulación de Sitios de Desastres en el Modelo de Tráfico

La Figura 13.2.1 muestra la ubicación de 55 sitios potenciales de desastres en el modelo de la Red del Tráfico. La Figura 13.2.2 del texto principal muestra un ejemplo de 28 de los 34 sitios sobre la carretera entre Matagalpa y Jinotega. Los datos para los años intermedios han sido estimados por medio de una interpolación lineal. En la Figura 13.2.3 del texto principal se muestra una simulación de ocurrencia de desastres y cantramedidas de prevención. Sin embargo, se pronosticará alto nivel de tráfico por el cálculo en base a PNT. La Tabla 13.2.1 muestra la comparación de los beneficios a la proporción de costo para ocho de los sitios para el Caso Base y la prueba de Sensibilidad de niveles del tráfico. Pero, es casi imposible que se realiza la prueba de sensibilidad en todods los conectores. Por lo tanto, se realiza el pronóstico del volumen de tráfico conforme a PNT.



**Figura 13.2.1 Ubicación de Sitios de Desastres en el Modelo de Tráfico**

## **CAPÍTULO 14 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES**

### **14.1 Generalidades**

Los sitios críticos de desastres han sido identificados en la primera fase de este estudio necesitan las contramedidas urgentes, temporales o permanentes como los sitios para la prevención de desastres. Y estos sitios deben ser identificados basandose en varios ítems de factores. Los contenidos de los sitios críticos de desastres serán evaluados desde el Capítulo 8 hasta Capítulo 13 como se indica abajo

**Capítulo 8** Estudio hidrológico: Evaluación del avance de la socavación del cimiento de puente

Estudio geológico: Evaluación del avance de meteorización de roca o colapso

**Capítulo 9** Estudio ambiental: Evaluación de los ítems ambientales

**Capítulo 12** Demanda futura de tráfico: Pronóstico de tráfico para el año 2020

**Capítulo 13** Razón de beneficio por costo: Evaluación por beneficio y costo

Es difícil de designar un sitio crítico de desastres por sólo indicadores económicos, debido a que hay algunos sitios de bajo volumen de tráfico. Por lo tanto, la evaluación de carreteras y las secciones de carretera debe ser realizada teniendo en cuenta los siguientes puntos como indicador de evaluación; el nivel de estabilidad, el volumen de tráfico, la evaluación ambiental, el plan de desarrollo, la condición natural, el beneficio y el nivel de restauración etcétera sobre el sitio crítico de desastres.

### **14.2 Características de Sitios Críticos de Desastres**

Las características de 55 sitios críticos de desastres en las carreteras objeto de estudio, que han sido identificadas en el Capítulo 6, se muestran en la Tabla 14.2.1. Los tipos de desastres, el puntaje de evaluación, los tipos de contramedidas y estimación preliminar de costo son descritos en la tabla. Por ejemplo, los puntajes de estabilidad sobre No.40 y No.42 de NIC.26 son iguales a 71 puntos. Y las contramedidas también son iguales, las cuales son las obras de recorte en la superficie de talud. Sin embargo, la estimación de costo de obras para No.42 muestra una tendencia de alzarse casi ocho veces más que la de No.40, porque la escala de desastres es muy diferente.

### **14.3 Técnicas de Selección de Sitios Críticos de Desastres**

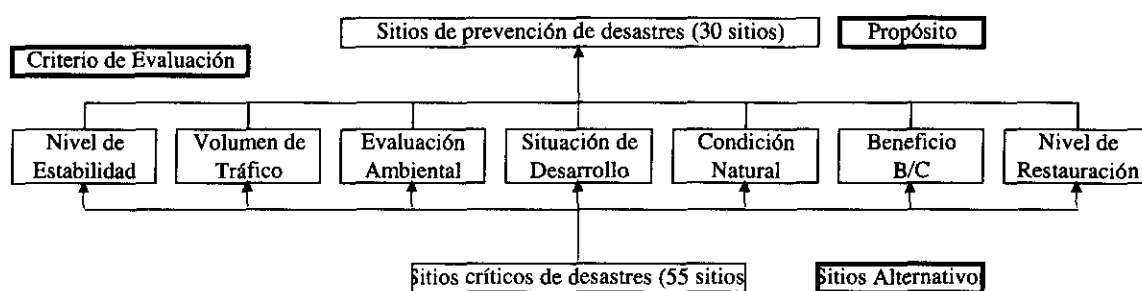
#### **14.3.1 Lineamiento de Técnicas**

Como está descrito en el párrafo 14.2, el puntaje de evaluación de los sitios críticos de desastres varía dependiendo de la escala del desastres. Además, es muy difícil identificar los sitios de prevención de desastres solamente desde el punto de vista de los altos costos o los bajos costos. Por lo tanto, en este estudio se aplica el método de Análisis de Proceso Jerárquico (de aquí en adelante APJ) para identificar los sitios de prevención de desastres.

El APJ es uno de las técnicas de toma de decisión humana en la que se indica el valor numérico para las situaciones inciertas y varios criterios. En pocas palabras, 30 sitios de prevención de desastres deben ser identificados desde 55 sitios críticos de desastres. El APJ formula una estructura jerárquica de la toma de decisión con los "criterios de evaluación" entre el "propósito" y "sitios alternativos". (Véase la Figura 14.3.1)

**Tabla 14.2.1 Característica de Sitios Críticos de Desastres**

Prioridad	Carretera Objeto	No. Serie de Sitios Críticos	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	
1	Nic3	26	Bridge	Reconstrucción de muro alero	R.F. : Caída de Roca
2	Nic26	45	Bridge	Colchón de gavión	R.C. : Colapso de Roca
3	Nic1	6	Bridge	Colchón de gavión	S.S. : Deslizamiento de Tierra
4	Nic1	19	Bridge	Colchón de gavión	D.F. : Alud de Fango
5	Nic26	55	Bridge	Colchón de gavión	Bridge : Socavación de Cimiento
6	Nic1	18	Bridge	Colchón de gavión	
7	Nic1	4	Bridge	Colchón de gavión	
8	Nic3	32	S.S.	R.E.C.V.	R.E.C.V. : Recorte + Relleno
9	Nic3	33	S.S.	R.E.C.V.	+ Contrapeso
10	Nic26	50	R.F.	Recorte + Torcrete	+ Vegetación
11	Nic1	5	Bridge	Colchón de gavión	
12	Nic26	52	Bridge	Colchón de gavión	
13	Nic1	2	R.F.	Malla de prevención	
14	Nic3	25	R.C.	Recorte + Torcrete	
15	Nic26	54	Bridge	Colchón de gavión	
16	Nic1	3	Bridge	Colchón de gavión	
17	Nic1	1	R.F.	Barrera con muro de gavión	
18	Nic26	51	R.C.	Prevention net	
19	Nic3	30	D.F.	Presa	
20	Nic3	24	R.C.	Recorte	
21	Nic26	49	R.C.	Recorte	
22	Nic1	13	R.C.	Recorte + Torcrete	
23	Nic1	12	R.C.	Recorte + Torcrete	
24	Nic3	27	R.C.	Recorte	
25	Nic1	11	R.C.	Recorte + Torcrete	
26	Nic1	7	R.F.	Malla de prevención	
27	Nic26	44	R.F.	Recorte + Torcrete	
28	Nic5	35	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	
29	Nic3	34	R.C.	Recorte + Malla de prevención	
30	Nic3	29	S.S.	R.E.C.V.	
31	Nic1	8	R.C.	Malla de prevención	
32	Nic3	31	S.S.	R.E.C.V.	
33	Nic3	23	R.C.	Recorte	
34	Nic1	16	R.C.	Malla de prevención	
35	Nic1	14	R.F.	Malla de prevención	
36	Nic1	10	R.C.	Recorte + Torcrete	
37	Nic1	17	R.F.	Recorte + Torcrete	
38	Nic1	15	R.C.	Recorte + Torcrete	
39	Nic26	47	R.C.	Malla de prevención	
40	Nic26	46	R.F.	Barrera con gavión	
41	Nic26	41	R.F.	Recorte	
42	Nic3	28	R.C.	Recorte + Torcrete	
43	Nic26	40	D.F.	Recorte	
44	Nic26	48	R.F.	Recorte + Torcrete	
45	Nic26	53	R.C.	Malla de prevención	
46	Nic1	9	R.C.	Malla de prevención	
47	Nic15	36	D.F.	Muro de gavión	
48	Nic15	37	D.F.	Muro de gavión	
49	Nic26	43	R.F.	Recorte	
50	Nic26	42	R.F.	Recorte	
51	Nic1	20	R.C.	Malla de prevención	
52	Nic1	22	R.F.	Recorte	
53	Nic15	38	D.F.	Presa	
54	Nic15	39	D.F.	Presa	
55	Nic1	21	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	



**Figura 14.3.1 Estructura APJ**

### 14.3.2 Orden de Prioridad para los Sitios de Prevención de Desastres

El orden de prioridad para los sitios de prevención de desastres consiste en dos etapas que se indica a continuación.

#### 1) La Primera Etapa (Definición de criterios de evaluación)

##### a) Nivel de Estabilidad

Cada sitio se compara con el nivel de estabilidad del resultado de investigación.

Si el puntaje de estabilidad es grande, la prioridad es alta.

##### b) Volumen de Tráfico

Cada sitio se compara con el volumen de tráfico del año 2020.

Si el volumen de tráfico es grande, la prioridad es alta.

##### c) Evaluación Ambiental

Cada sitio se compara con el resultado de evaluación de los ítems ambientales.

Si el puntaje es pequeño, la prioridad es alta.

##### d) Situación de Desarrollo

Cada sitio se compara con el área de desarrollo de la orilla de carretera.

El sitio del área donde el desarrollo ha completado es de alta prioridad.

##### e) Condición Natural

El nivel crítico se compara basandose en los resultados del estudio de condición natural tales como estudio geológico, hidrológico y en el período lluvioso, etcétera.

Si el nivel crítico es grande, la prioridad es alta..

##### f) Beneficio (Beneficio/Costo)

El resultado de Beneficio/Costo (B/C) se compara basandose en los costos de contramedidas estimados en la primera fase de este estudio.

Si B/C es grande, la prioridad es alta.

**g) Nivel de Restauración**

El nivel de dificultad de restauración se evalúa basandose en la máxima escala de desastres que sea asumida. Si el nivel de dificultad de restauración, el cual es el tiempo de restauración, espacios de patio para restauración y necesidad de maquinarias especiales para la restauración etc., es grande, la prioridad es alta.

**2) La Segunda Etapa (Comparación Pareada de Criterios de Evaluación)**

**a) Magnitud y definición de importancia**

La magnitud y la definición de la importancia son preparadas como se muestra en la Tabla 14.3.1 antes de que el par de criterio de evaluación sea comparado.

**Tabla 14.3.1 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

**b) Magnitud de Comparación Pareada**

La magnitud de la comparación pareada para los criterios de evaluación fue decidida basandose en la intención del MTI como se muestra en la Tabla 14.3.2. Además, la comparación de cada sitio alternativo fue decidida en base del punto de evaluación que el Equipo de Estudio de JICA había evaluado.

Cuando la importancia es baja, la magnitud usa el número recíproco. Por ejemplo, cuando el nivel de estabilidad es de importancia débil contra el volumen de tráfico, la magnitud es 3. Por el contrario, el volumen de tráfico es 1/3 contra el nivel de estabilidad.

**Table 14.3.2 Magnitud de Comparación Pareada**

	Nivel de estabilidad	Volumen de tráfico	Evaluación ambiental	Condición natural	Beneficio 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
Beneficio 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



#### 14.4 Identificación de Sitios de Prevención de Desastres

La prioridad de los sitios de prevención de desastre identificados por APJ sobre la base de la magnitud de comparación parada se muestra en la Tabla 14.4.1. Los 30 sitios de alto rango deben ser seleccionados para el estudio de factibilidad de este Estudio.

**Tabla 14.4.1 Sitios de Prevención de Desastres**

Prioridad	Carretera Objeto	No. Serie de Sitios Críticos	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	
1	Nic3	26	Bridge	Reconstrucción de muro alero	R.F. : Caída de Roca
2	Nic26	45	Bridge	Colchón de gavión	R.C. : Colapso de Roca
3	Nic1	6	Bridge	Colchón de gavión	S.S. : Deslizamiento de Tierra
4	Nic1	19	Bridge	Colchón de gavión	D.F. : Alud de Fango
5	Nic26	55	Bridge	Colchón de gavión	Bridge : Socavación de Cimiento
6	Nic1	18	Bridge	Colchón de gavión	
7	Nic1	4	Bridge	Colchón de gavión	
8	Nic3	32	S.S.	R.E.C.V.	R.E.C.V. : Recrte + Relleno
9	Nic3	33	S.S.	R.E.C.V.	+ Contrapeso
10	Nic26	50	R.F.	Recorte + Torcrete	+ Vegetación
11	Nic1	5	Bridge	Colchón de gavión	
12	Nic26	52	Bridge	Colchón de gavión	
13	Nic1	2	R.F.	Malla de prevención	
14	Nic3	25	R.C.	Recorte + Torcrete	
15	Nic26	54	Bridge	Colchón de gavión	
16	Nic1	3	Bridge	Colchón de gavión	
17	Nic1	1	R.F.	Barrera con muro de gavión	
18	Nic26	51	R.C.	Prevention net	
19	Nic3	30	D.F.	Presa	
20	Nic3	24	R.C.	Recorte	
21	Nic26	49	R.C.	Recorte	
22	Nic1	13	R.C.	Recorte + Torcrete	
23	Nic1	12	R.C.	Recorte + Torcrete	
24	Nic3	27	R.C.	Recorte	
25	Nic1	11	R.C.	Recorte + Torcrete	
26	Nic1	7	R.F.	Malla de prevención	
27	Nic26	44	R.F.	Recorte + Torcrete	
28	Nic5	35	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	
29	Nic3	34	R.C.	Recorte + Malla de prevención	
30	Nic3	29	S.S.	R.E.C.V.	
31	Nic1	8	R.C.	Malla de prevención	
32	Nic3	31	S.S.	R.E.C.V.	
33	Nic3	23	R.C.	Recorte	
34	Nic1	16	R.C.	Malla de prevención	
35	Nic1	14	R.F.	Malla de prevención	
36	Nic1	10	R.C.	Recorte + Torcrete	
37	Nic1	17	R.F.	Recorte + Torcrete	
38	Nic1	15	R.C.	Recorte + Torcrete	
39	Nic26	47	R.C.	Malla de prevención	
40	Nic26	46	R.F.	Barrera con gavión	
41	Nic26	41	R.F.	Recorte	
42	Nic3	28	R.C.	Recorte + Torcrete	
43	Nic26	40	D.F.	Recorte	
44	Nic26	48	R.F.	Recorte + Torcrete	
45	Nic26	53	R.C.	Malla de prevención	
46	Nic1	9	R.C.	Malla de prevención	
47	Nic15	36	D.F.	Muro de gavión	
48	Nic15	37	D.F.	Muro de gavión	
49	Nic26	43	R.F.	Recorte	
50	Nic26	42	R.F.	Recorte	
51	Nic1	20	R.C.	Malla de prevención	
52	Nic1	22	R.F.	Recorte	
53	Nic15	38	D.F.	Presa	
54	Nic15	39	D.F.	Presa	
55	Nic1	21	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	

