

CAPÍTULO 7

ESTUDIO DE LAS CONTRAMEDIDAS/
COSTO PRELIMINAR ESTIMADO

**CAPITULO 7 ESTUDIO DE LA CONTRAMEDIDA / COSTO PRELIMINAR
ESTIMADO**

7.1 Políticas Básicas de Contramedida

7.1.1 Políticas Básicas de contramedida a ser Introducidas

1) Medidas de control a aplicar

Los tipos de medidas de control, registros de construcción y posibilidades de construcción en Nicaragua se presentan en la Tabla 7.1.1.

Tabla 7.1.1 Tipos de medidas de control y registros de su construcción y su posibilidad de construcción en Nicaragua

Clasificación	Tipo de medidas de control	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	○	○
	Colocación de pilotes	○	○
(5) Protección	Red de prevención	×	△
	Valla de prevención	×	○
	Barrera con pared de concreto	×	○
	Pernos de anclaje	×	○
	Albergue contra rocas	○	○
	Presa de concreto	○	○
(6) Protección de puentes	Revestimiento de concreto	○	○
	Revestimiento de talud con piedras	○	○
	Valla de gabiones en el pilar	○	○
	Deposición de rocas	○	○

Nota: ○: Aplicable ×: No aplicable
△: Necesidad de asesoría técnica y materiales/equipo

a) Adquisición de materiales y equipos

La posibilidad de adquirir materiales y equipos se ilustra en las Tablas 7.1.2 y 7.1.3.

Tabla 7.1.2 Adquisición de materiales de construcción

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

Nota: ○: Posibilidad de adquisición

Tabla 7.1.3 Adquisición de equipo de construcción

Ítems	Capacidad	Nicaragua	Tercer país	Comentarios
Bulldozer	15t	○		
Pala mecánica	0.6m ³	○		
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 ³		○	
Quebrantadora Jumbo	1300kg		○	
Compresor	5 m ³ /min		○	
Generador	25kvA-150kvA		○	

Nota: ○: Posibilidad de adquisición

2) Presupuesto MTI para Desastres Viales

a) Presupuesto existente y pasado.

El presupuesto pasado del MTI creció rápidamente por fondos externos, así como también por fondos propios tal como se muestra en la Tabla 7.1.1

Antes del Huracán Mitch el monto total de inversión del MTI fue aproximadamente 50 a 60 millones de dólares y después del Huracán Mitch el monto del presupuesto se convirtió en el doble del anterior, entre 110 a 124 millones de dólares.

Los componentes de los recursos externos se convirtieron en más del 50% del presupuesto, y la proporción de fondos propios esta cayendo debido a la limitación del presupuesto.

Tardíamente en el 2001, el MTI preparó el presupuesto original que asciendo a un total de 895 millones de córdobas (64 millones de dólares). Después de la negociación de la Asamblea, el 90% aproximadamente del presupuesto original del MTI se convertirá en el presupuesto revisado de este año.

El nivel del nuevo presupuesto caerá del nivel del presupuesto anterior de aproximadamente 60 millones de dólares, consistiendo en 72% de las finanzas externas y 28% de fondos propios.

b) Requerimientos futuros y Presupuesto para Desastres Viales.

Debido al progreso de la deterioración de la infraestructura de transporte en Nicaragua, el MTI preparó el Plan de Medio Término 2002 – 2006 para el desarrollo de la infraestructura vial como se muestra en la tabla 7.1.2. El monto total requerido es 8 billones de córdobas (577 millones de dólares) para los próximos 4 años que consisten en 23.5 de proyectos en proceso, 24.7% de los proyectos comprometidos y 51.8% de los proyectos que están buscando por financieros.

El monto anual promedio que es requerido es aproximadamente 149 millones de dólares y esto es más del doble del presupuesto del año 2002.

Tabla 7.1.4 Inversión por fondos (1990-2001) en millones

Año	Externos				Internos				Total	
	Monto C\$	Tipo de Cambio	Monto \$	%	Monto C\$	Tipo de Cambio	Monto \$	%	Monto C\$	Monto \$
1997	232,23	9,48	24,50	51,60	217,80	9,48	22,97	48,4	450,03	47,5
1998	349,34	10,5821	33,01	49,96	349,91	10,5821	33,07	50,04	699,24	66,1
1999	712,82	11,809	60,36	48,55	755,33	11,809	63,96	51,45	1468,15	124,3
2000	827,48	12,6844	65,24	55,07	675,02	12,6844	53,22	44,93	1502,50	118,5
2001	828,60	12,7	65,24	57,82	604,46	12,7	47,60	42,18	1433,06	112,8
2002	581,67	13,9	41,85	71,70	229,57	13,9	16,52	28,3	811,25	58,4
Total	3532,13		290,20		2832,08		237,33		6364,21	527,5

Por otro lado, el PNT también estimó la disponibilidad del futuro presupuesto para el MTI basado en el análisis del presupuesto pasado, los requerimientos totales de proyecto y la perspectiva general de ingresos y gastos por cada ministerio entre el 1999 a 2003 que se

muestran en la tabla 7.1.3. El gasto anual promedio esperado para el MTI es cerca de 99.2 millones de dólares de acuerdo a la perspectiva general de los ingresos y gastos totales del Gobierno Central durante los años 1999 al 2003 y el presupuesto promedio anual propuesto del PNT es también presentado para ser cerca 100 millones de dólares excluyendo un gasto para la reparación de emergencia de la infraestructura afectada por desastres naturales y para la prevención de desastres.

Basado en lo repasado anteriormente, el futuro presupuesto anual promedio para ser colocado para el MTI se convertirá en alrededor 100 millones de dólares para llevar a cabo los proyectos esperados de rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de infraestructura. Además, para preparar la reparación de emergencia para desastres naturales y la prevención de desastres es recomendado que aproximadamente el 15-20% de la rutina total y una parte de los costos de *mantenimiento periódico* que puede ser aproximadamente del 10-15% de la inversión anual total, tienen que ser ya sea invertidos en la prevención de desastres de los puntos críticos de desastres o ahorrados como plan de contingencia para reparaciones de emergencia.

Entonces, aproximadamente el 1.5-3% del presupuesto anual para el MTI debe ser colocado para gastos totales de cualquier reparación de emergencia para la prevención de desastres en los puntos críticos.

Tabla 7.1.5 Plan de Desarrollo de Infraestructura Vial 2002-2006

PROYECTO	Dist (km)	Monto (million \$)	Monto (million C\$)	% avance	Fecha Probable de finalización	Donante
A: En proceso						
A - 1 Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Troncal (aeropuerto - San Benito)	23,0	6,04	83,9	85	april-02	BM
A - 2 Adoquin	96,9	11,42	158,68		mayo-02	BM
A - 3 Rehabilitación y mejoramiento de la carretera troncal Panamericana Norte (San Benito El Espino)	204,0	49,23	684,27	88	april-02	BID
A - 4 Construcción 4 puentes	0,3	17,77	247	98	feb-02	Japón
A - 5 Construcción Puente El Guasaule	0,2	5,63	78,2	70	dec-02	Japón
A - 6 Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera troncal San Benito - San Lorenzo	79,6	20,41	283,75	76	aug-02	Dinamarca
A - 7 Rehabilitación y mejoramiento de la carretera troncal Yalagüina-Las Manos	43,6	23,42	325,5	79	jul-02	Suecia
A - 8 Construcción Puente El Arroyo	0,0	1,41	19,65	79	mar-02	Fondos propios
Sub total	447,6	135,32	1880,95			
%			23,5			
B: Compromiso 2002-2004						
					Fecha probable de inicio	
B - 1 Adoquin	280,0	33,81	470	0	2002	BM
B - 2 Rehabilitación de la carretera troncal Las Piedrecitas-Nagarote	38,4	14,41	200,35	0	feb-02	BM
Nagarote-Izapa	15,0	6,47	89,9	0	feb-02	BM
La Subasta-Aeropuerto	3,5	3,55	49,4	0	mar-02	BM
Muhan-Nueva Guinea	21,0	6,50	90,3	0	mar-02	BM
Nueva Guinea-La Chona	35,0	6,44	89,5	0	mar-02	BM
La Chona-El Rama	34,3	8,08	112,3	0	mar-02	BM
B - 3 Rehabilitación de la carretera troncal San Lorenzo-Muhan	88,0	42,00	583,8	0	april-02	BID
B - 4 Rehabilitación de Vado y Caja de los puentes Quebrada Honda	0,48	0,24	3,4	0	mar-02	BID
B - 5 Reparación de tramo La Poma-Pacayita	2,2	0,29	4,0	0	abr-02	BID
B - 6 Rehabilitación de la carretera troncal Tipitapa-Masaya-Las Flores	22,5	4,68	65,0	0	may-02	OPEP
B - 7 Ampliación Managua-Masaya	15,0	16,00	222,44	0	jul-02	Spain
Sub total	555,38	142,47	1980,39			
%			24,7			
C: Negociación de Financiamiento						
C - 1	122,0	50,0	695			Venezuela
C - 2	218,5	85,1	1182,89			Kuwait
C - 3	22,0	5,0	69,5			BCIE
C - 4	24,6	14,2	196,824			EU
C - 5	34,3	0,3	4,17			España
C - 6	74,5	0,3	4,17			
C - 7	72,0	19,0	264,1			BCIE
C - 8	55,1	16,0	222,4			BID
C - 9	0,222	12,0	166,8			Japón
C - 10	18,0	11,0	152,9			BCIE
C - 11	89,0	22,0	305,8			X
C - 12	57,7	15,2	211,28			X
C - 13	152,6	49,0	681,1			X
Sub total	940,5	299,06	4156,934			
%			51,8			
Total		576,9	8018,3			
%			100%			

Nota: El tipo de cambio utilizado es C\$13.9 por \$1.00

Tabla 7.1.6 Perspectiva General de Gastos del Gobierno Central

Tipo de Proyecto	1999-2003	Agente Ejecutor	1999-2003
Puentes y Carreteras	407.2	MTI	396.9
Hospitales y Centros de Salud	122.5	MINSA	94.0
		MITRAB	0.9
		INATEC	0.4
Viviendas	194.8	INVUR	179.2
Escuelas	99.7	SAS	15.2
Agua y Sanidad	11.3	INIFOM	10.7
Electricidad	29.6	MECD	70.3
		ENACAL	11.3
Otros	5.0	ENEL	29.6
		Otros	4.5
		Fondo Social Suplementario	57.0
Total	870.0	Total	870.0

Fuente: FMI/ Reporte de Equipo de Nicaragua 1999 IV Artículo de Consultaría y Demanda para el Segundo Arreglo Anual bajo el ESAF

7.1.2 Objetivos de las contramedidas

Los objetivos de las medidas de control de desastres viales pueden expresarse de la siguiente forma:

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

Las medidas de control que se aplican en los sitios críticos de desastre se dividen en tres categorías de condición de desastre, según se indica en la sección 4.2.6

- Medidas de control de emergencia
- Medidas de control permanentes
- Medidas de control temporales

La aplicabilidad de las medidas de control en casos de deslizamiento en pendientes y socavamiento de fundaciones de puentes se muestra en las Tablas 7.1.7 y 7.1.8.

1) Medidas de control de emergencia

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener libre la vía, sin cerrar ninguna sección al tráfico ni a las personas ante la ocurrencia imprevista de algún desastre vial. Por lo tanto, en los sitios críticos de desastre, como sitios elevados críticos con relación a la caída de rocas, daños a la pendiente, sitios de socavamiento de la fundación de puentes y sus similares deben retirarse urgentemente las rocas vulnerables y establecerse gabiones alrededor de las fundaciones del puente.

2) Medidas de control permanentes

Las medidas de control permanentes se centran en lo siguiente:

- i) La vida útil de una medida de control de emergencia o temporal está a punto de expirar.
- ii) El sitio dañado se encuentra en una parte importante de la red vial

3) Medidas de control temporales

Las medidas de control temporales se centran en lo siguiente:

- i) Las medidas de control permanentes no son factibles.
- ii) Si se diere daños a la vía, las obras de reparación llevarían largo tiempo.
- iii) No se anticipan más desastres en el futuro cercano.

Tabla 7.1.7 Aplicabilidad de las medidas de control a fallas de pendiente

Clasificación	Tipo de obra	Tipo de falla de pendiente											
		Caída/colapso de rocas			Colapso de rocas			Daños a la pendiente			Paso de cascajo		
		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	×	△	○	×	△	○	×	△	○	×	△	△
(5) Protección	Colocación de pilotes	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
	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 7.1.8 Aplicabilidad de medidas de control contra el socavamiento de fundaciones 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	○	×	×	○	×	×

7.2 Clasificación de las Contramedidas

Esta sección discute cómo elegir una medida deseable de restauración de entre las posibles que figuran en la lista 7.1.2. El procedimiento de clasificación se expresa como diagrama de flujo a fin de llegar fácilmente a una solución final para cada tipo de obra y daño.

7.2.1 Caída de Rocas, Colapso

1) Medidas de control de emergencia

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener libre la vía sin cerrar ninguna sección al tráfico ni las personas ante la ocurrencia de algún daño vial no previsto. Cuando se anticiparen posteriores caídas y colapso de rocas, las siguientes medidas serán eficaces para evitar que las rocas lleguen a la superficie de la vía:

- Instalar una barrera a lo largo de la banqueta de la vía para atrapar las rocas y su colapso.
- Retirar de la superficie del talud las rocas inestables y su colapso
- Instalar una acequia de ladera en el talud.

La barrera puede hacerse de tierra, gabiones, etcétera.

En la Figura 7.2.1 se presenta un procedimiento de selección de medidas de control de emergencia en caso de caída o colapso de rocas.

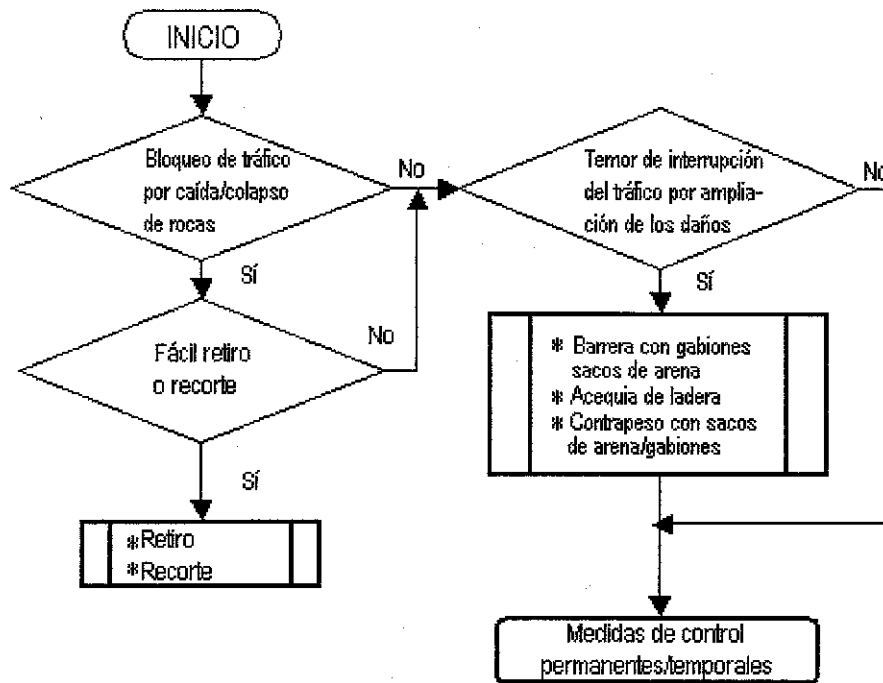


Figura 7.2.1. Selección de medidas de control de emergencia en caso de caída/colapso de rocas

2) Medidas de control temporales/permanentes

Los objetivos de las medidas de control temporales y permanentes son evitar desastres y restablecer y mantener las funciones originales de una vía dañada. Para lograrlo se llevan a cabo obras de reparación permanentes y temporales, como parte de las medidas de restauración. Las obras temporales son las que tienen una vida útil corta, mientras que las permanentes son las de vida útil prolongada.

Los diagramas de flujo de las Figuras 7.2.2 y 7.2.3 explican el procedimiento de selección de las medidas de control temporales y permanentes.

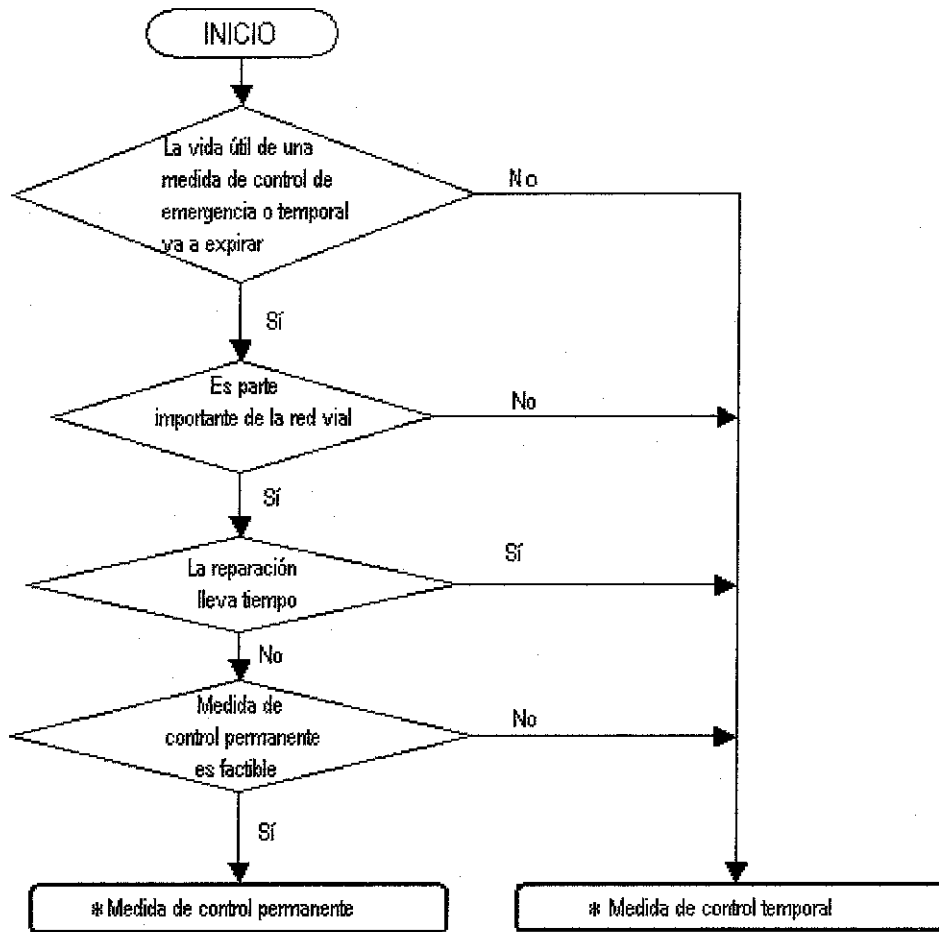


Figura 7.2.2. Selección de una medida de control permanente o temporal

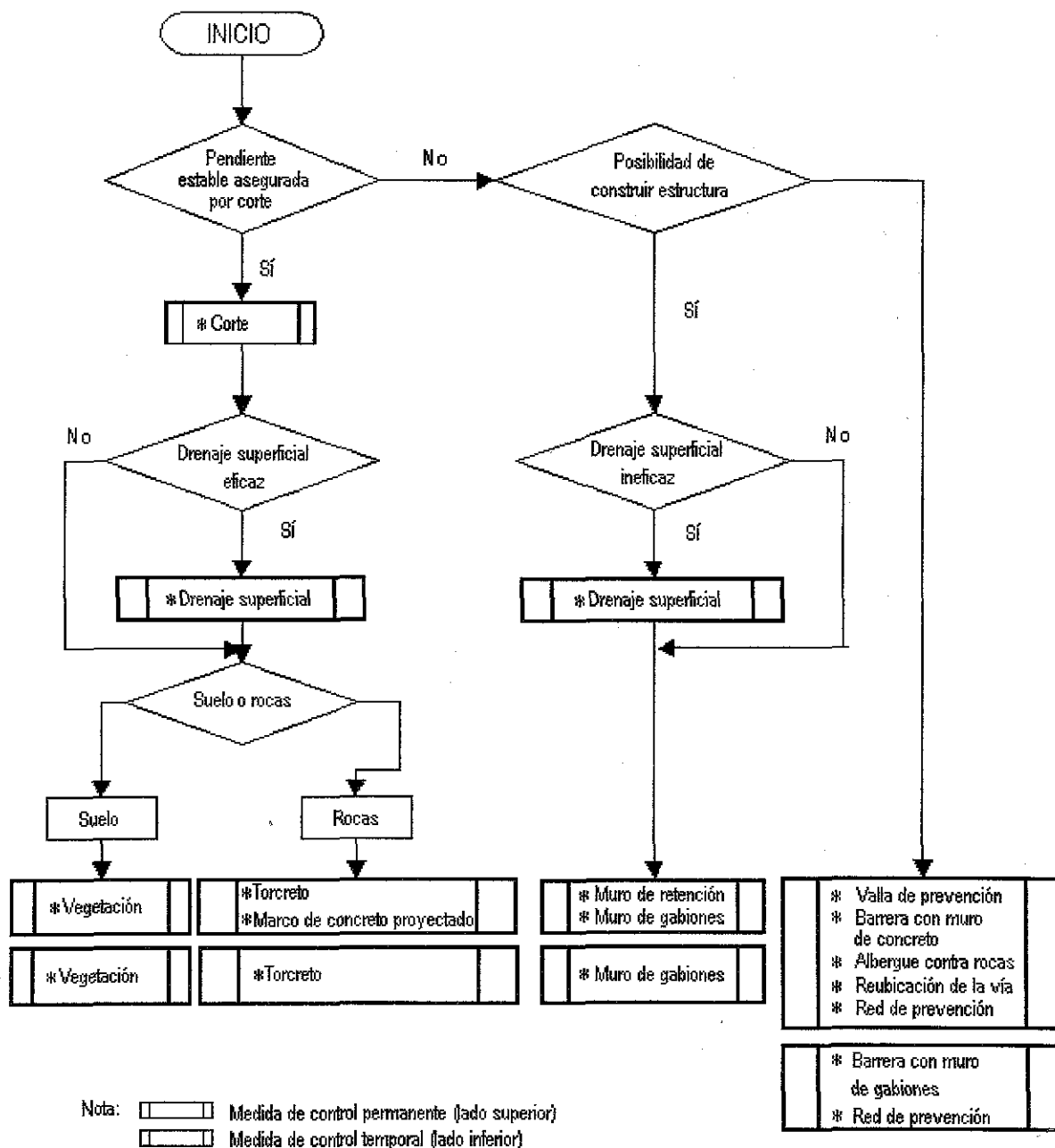


Figura 7.23.
Selección de medidas de control temporales y permanentes para caída/colapso de rocas

7.2.2 Derrumbe

1) Medidas de control de emergencia

A fin de reabrir una vía cerrada al tránsito a causa del colapso de rocas, la mayor prioridad deberá darse al retiro expedito de las mismas. En los casos en que se anticipe colapsos posteriores, las siguientes medidas serán eficaces para evitar que el colapso de las rocas alcance la superficie de la vía:

- Instalar una barrera a lo largo de la banqueta de la vía para atrapar el colapso de las rocas
- Retirar de la superficie del talud las rocas inestables que colapsen.

La barrera puede hacerse de tierra, gabiones, etcétera.

En la Figura 7.2.4 se presenta un procedimiento de selección de medidas de control de emergencia en casos de colapso de rocas.

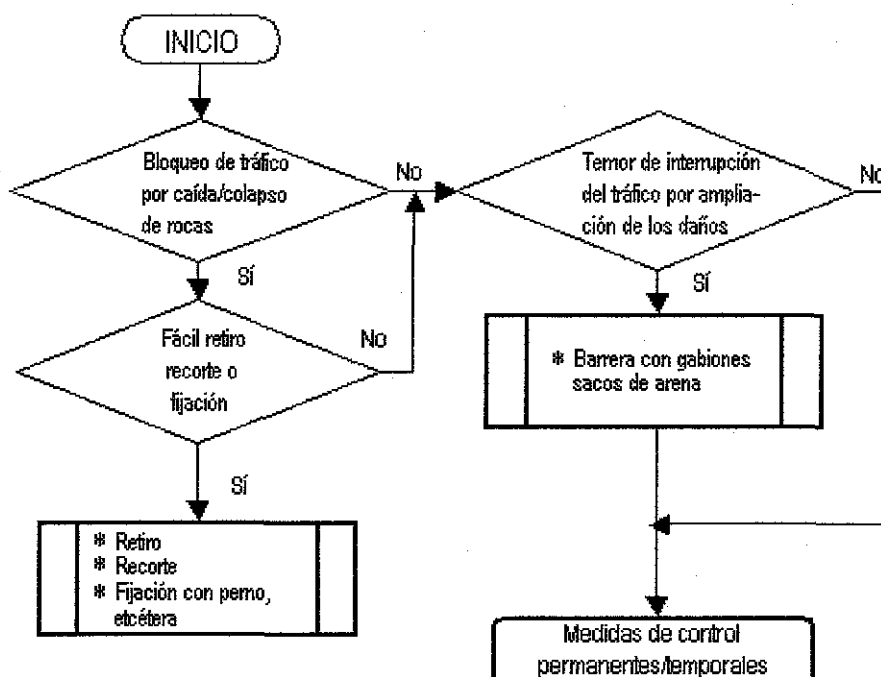


Figura 7.2.4. Selección de medidas de control de emergencia en caso de caída/colapso de rocas

2) Medidas de control temporales/permanentes

Los objetivos de las medidas de control temporales y permanentes son evitar desastres y restablecer y mantener las funciones originales de una vía dañada. Para lograrlo se llevan a cabo obras de reparación permanentes y temporales, como parte de las medidas de restauración. Las obras temporales son las que tienen una vida útil corta, mientras que las

permanentes son las de vida útil prolongada.

Los diagramas de flujo de las Figuras 7.2.2 y 7.2.5 explican el procedimiento de selección de las medidas de control temporales y permanentes

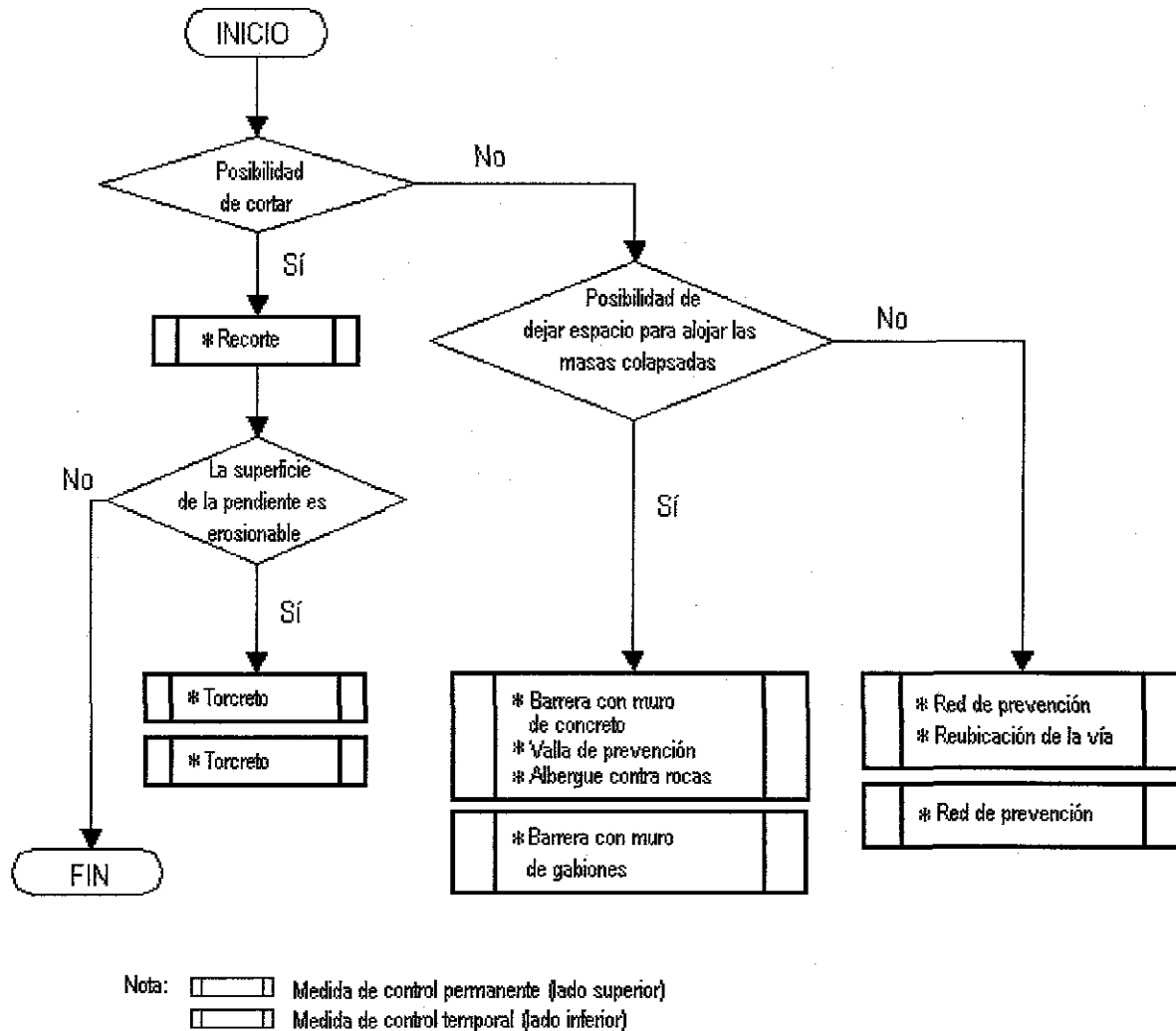


Figura 7.2.5. Selección de medidas de control temporales y permanentes para colapso de rocas

7.2.3 Daños en Talud

1) Medidas de control de emergencia

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener libre la vía sin cerrar ninguna sección al tráfico ni las personas ante la ocurrencia de algún daño vial no previsto. En los casos en que se anticipen daños posteriores al talud, las medidas que siguen serán eficaces para evitar que los daños al talud alcancen la superficie de la vía:

- Colocar contrapesos hechos de tierra, bolsas de arena o gabiones.

- Clavar pilotes.
- Instalar muros de retención hechos de gabiones.

Como medida de control indirecta, puede reducirse el nivel de aguas subterráneas en el talud para incrementar la resistencia del suelo. Para lograr esto ultimo cabe aplicar lo siguiente:

- Instalar una acequia de ladera en la cima y la superficie del talud para evitar que la escorrentía penetre al talud.
- Cubrir la superficie del talud, con el mismo fin

En la Figura 7.2.6 se presenta un procedimiento de selección de medidas de control de emergencia en caso de daños del talud.

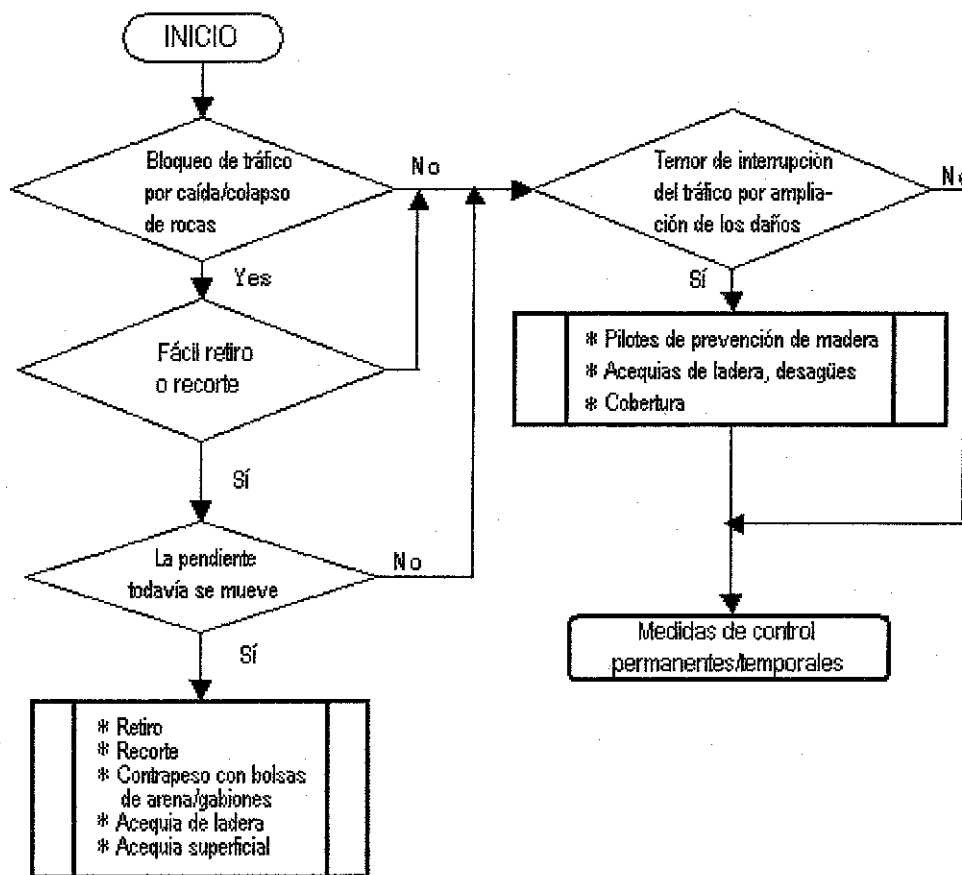


Figura 7.2.6. Selección de medidas de control de emergencia en caso de daños a la pendiente

2) Medidas de control temporales/permanentes

Los objetivos de las medidas de control temporales y permanentes para evitar desastres son restablecer y mantener las funciones originales de una vía dañada. Para lograrlo se llevan a cabo obras temporales y permanentes de reparación, como parte de las medidas de

restauración. Las obras temporales son aquellas cuya vida útil es corta, mientras que las permanentes son las de vida útil prolongada.

Los diagramas de flujo de las Figuras 7.2.2 y 7.2.7 explican el procedimiento de selección de las medidas de control temporales y permanentes.

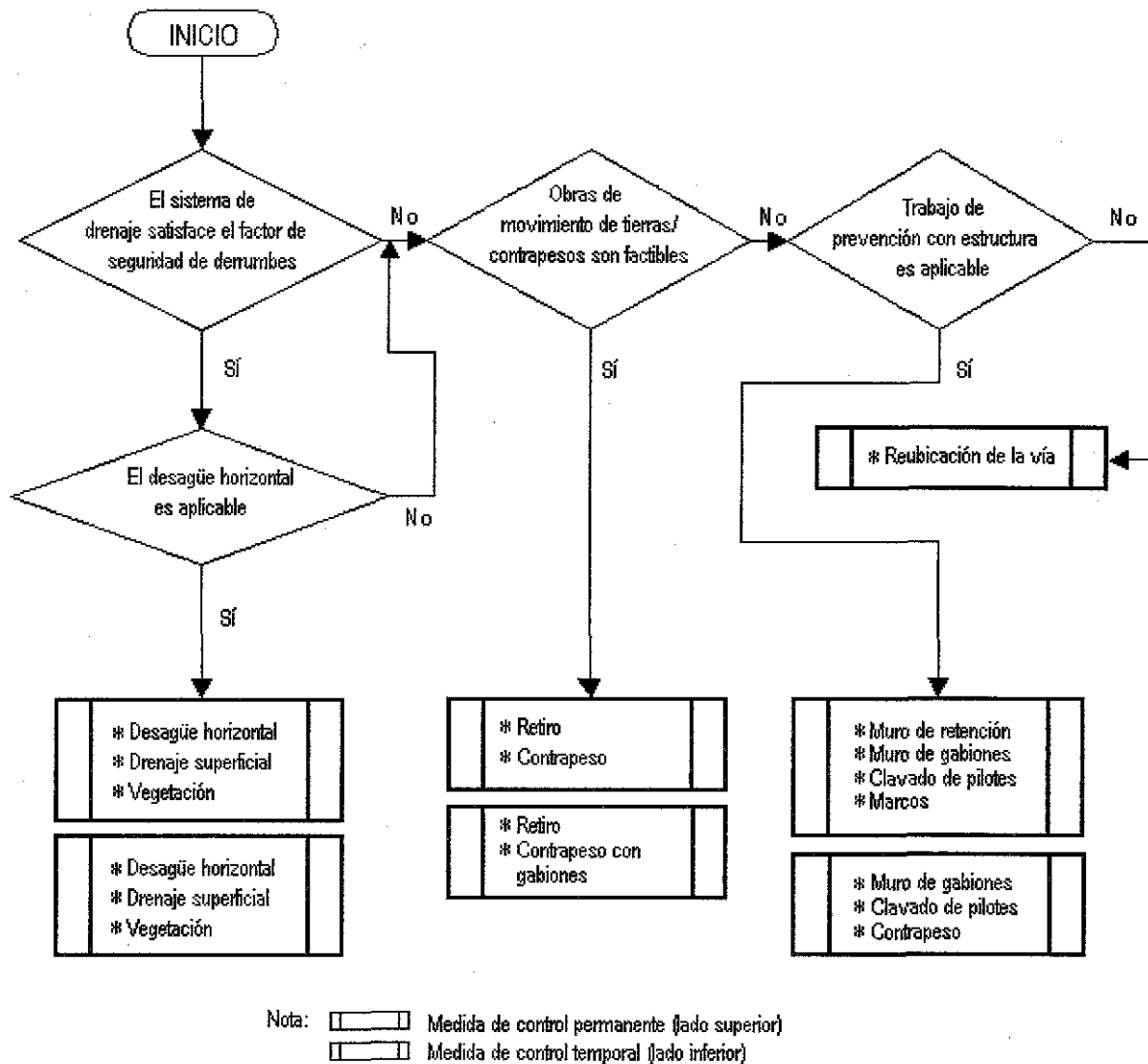


Figura 7.2.7. Selección de medidas de control de daños a la pendiente

7.2.4 Flujo de Lodo

1) Medidas de control de emergencia

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener libre la vía sin cerrar ninguna sección al tráfico ni las personas ante la ocurrencia de algún daño vial no previsto. En caso de que se anticipe posterior paso de cascajos, las siguientes medidas serán eficaces para evitar que alcance la superficie de la vía:

- Retirar el cascajo
- Detenerlo mediante vallas, muros de retención o presas
- Controlar el tráfico

2) Medidas de control temporales/permanentes

Los objetivos de las medidas de control temporales y permanentes son evitar desastres y mantener las funciones originales de la vía. Para lograrlo se llevan a cabo obras temporales y permanentes de reparación, como parte de las medidas de restauración. Las obras temporales son aquellas cuya vida útil es corta, mientras que las permanentes son las de vida útil prolongada.

El diagrama de flujo de la Figura 7.2.8 explica el procedimiento de selección de medidas de control de emergencia y temporales/permanentes.

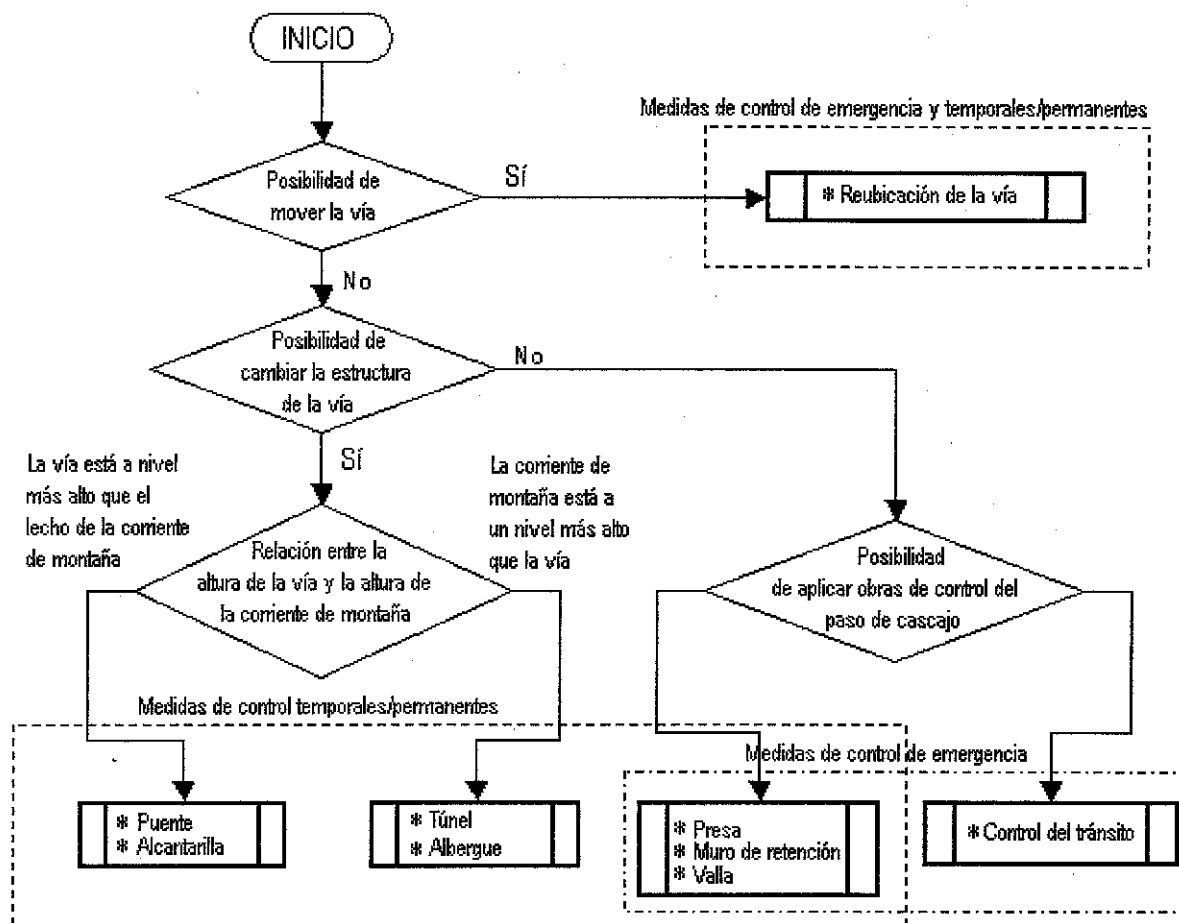


Figura 7.2.8. Selección de medidas de control del paso de cascajo

7.2.5 Evaluación de los Cimientos de los Puentes

1) Medidas de control de emergencia

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener la vía libre sin el puente colapsado, o sin el terraplén colapsado de su camino de acceso. En caso de que se anticipen daños posteriores en el sitio, las siguientes medidas de control de emergencia deberán aplicarse para fines de prevención:

- Proteger estribos, pilares, caminos de acceso y/o las riberas del río adyacentes al estribo, usando gabiones.

En la Figura 7.2.9 se presenta un procedimiento de selección de medidas de control de emergencia en casos de socavamiento de las fundaciones de un puente.

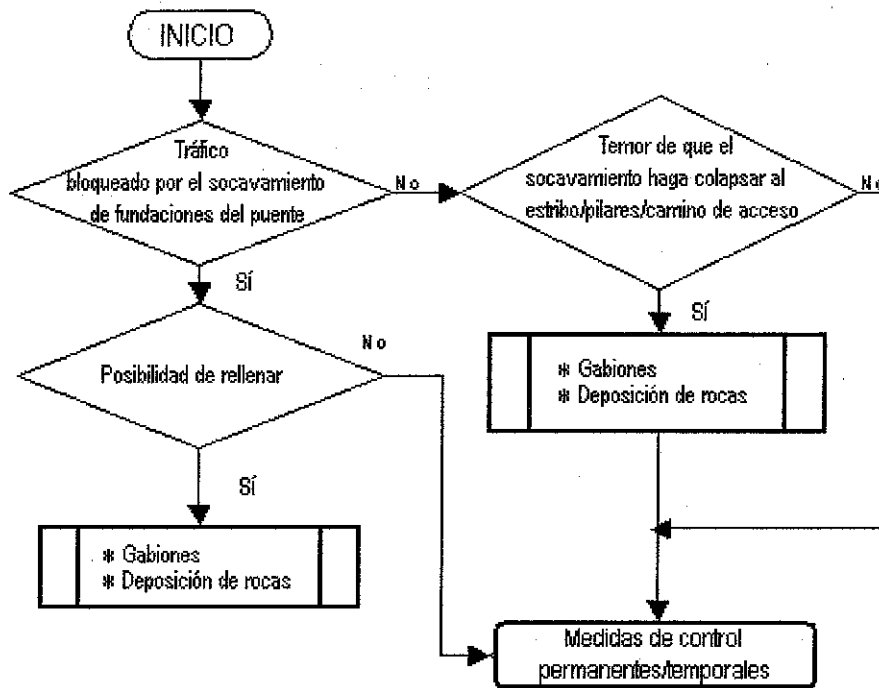


Figura 7.2.9. Selección de medidas de control de emergencia en caso de socavamiento de las fundaciones de los puentes

2) Medidas de control temporales/permanentes

Cuando un río se encuentra en una planicie inundable, su canal es propenso a desviarse y producir socavamiento en los estribos, pilares y terraplenes de los caminos de acceso. Por lo tanto, en los casos en que se produzcan estos daños, la parte dañada deberá restaurarse aplicando las medidas que se indican abajo:

- Restauración del socavamiento del estribo y los pilares: Para los estribos es posible utilizar gabiones cilíndricos, enchapado con piedras o revestimientos de concreto, mientras que para los pilares se utilizan gabiones
- Restauración del socavamiento de caminos de acceso: Los rellenos con tierra y grava pueden utilizarse para reparar daños, mientras que los gabiones, el enchapado con piedras o revestimientos con concreto se utilizan para mantener en buenas condiciones la parte que se haya reparado.

Además deben aplicarse las medidas siguientes, para eliminar las causas del daño:

- Estabilización del curso del río: el curso deberá protegerse del arrastre depositando rocas y/o gabiones cilíndricos.

El diagrama de flujo de la Figura 7.2.10 explica el procedimiento de selección de las medidas de control temporales y permanentes.

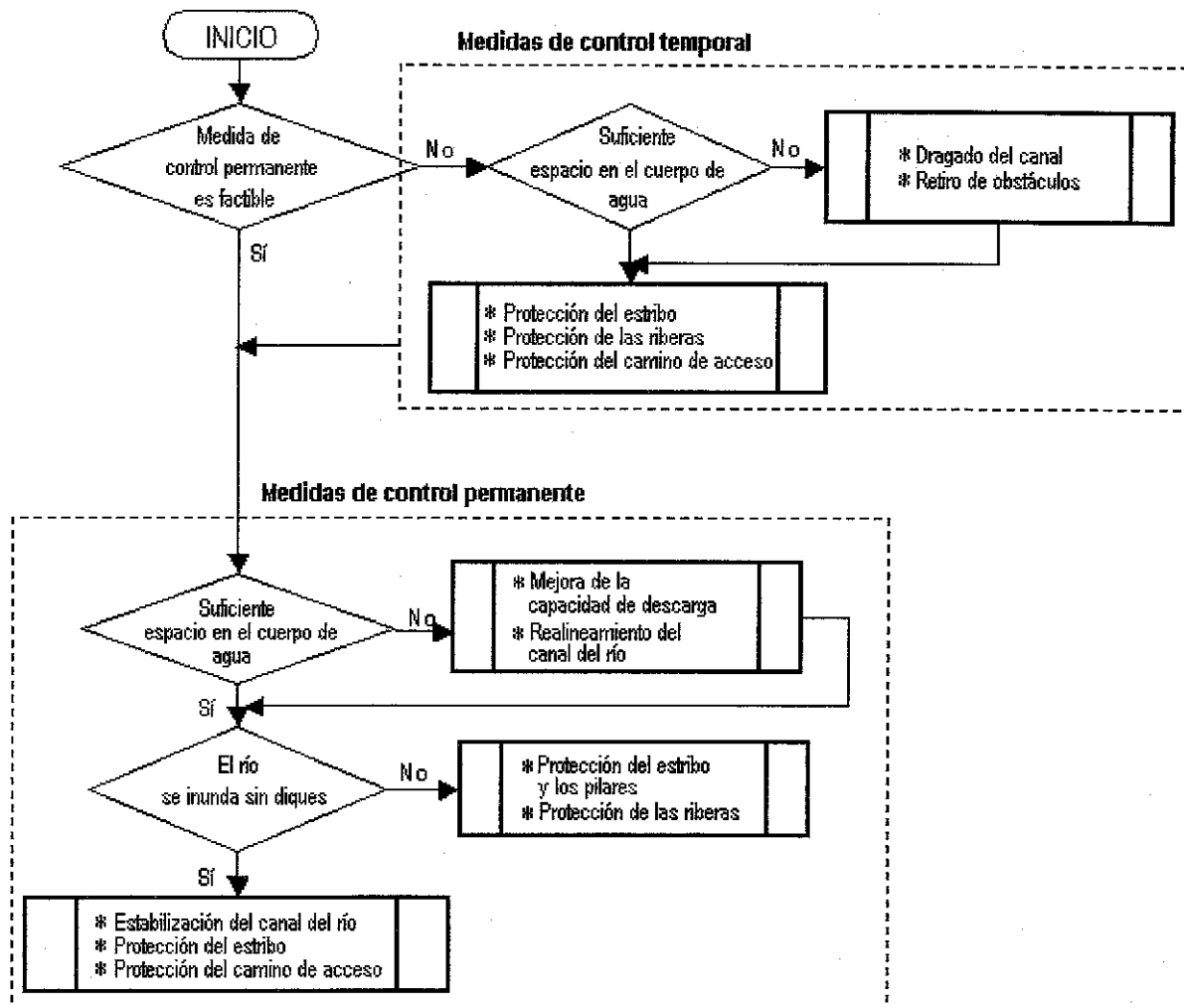


Figura 7.2.10 Selección de medidas de control temporales/permanentes en casos de socavamiento de las fundaciones de los puentes

7.2.6 Identificación de las Contramedidas para los Puntos Críticos de Desastres

Las medidas de control de sitios críticos de desastre se clasifican en seis grupos, atendiendo a su propósito y su aplicación. La relación entre los objetivos de las medidas de control y el tipo de las obras se ilustra en la Figura 7.2.11.

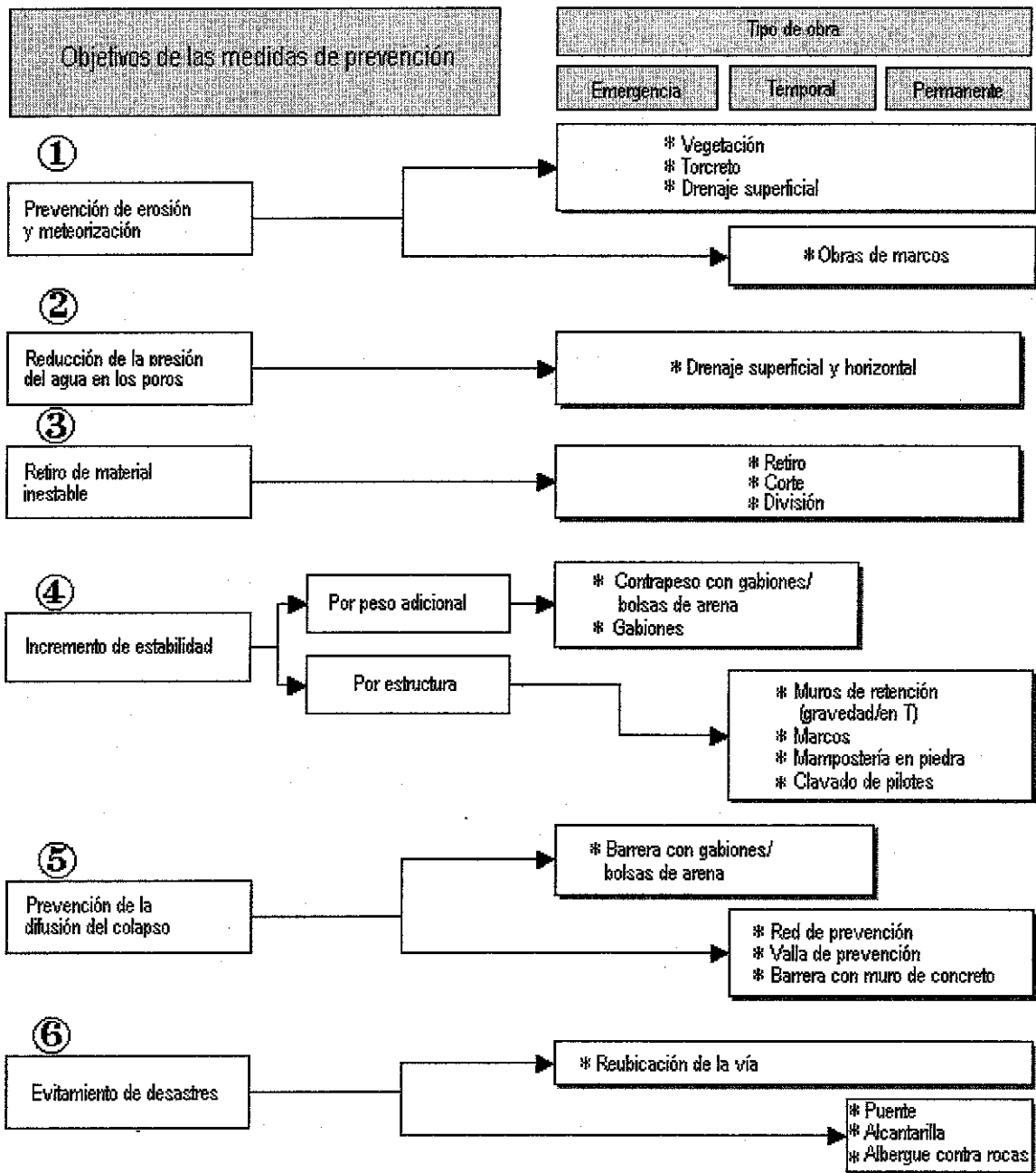


Figura 7.2.11 Relación entre los objetivos de las medidas de prevención y el tipo de obras

7.3 Evaluación de las Contramedidas para cada Ruta sujeta a Estudio

El equipo de estudio recomienda diferentes medidas de control para cada sitio crítico, según lo que se describe en la sección 7.2. Los resultados de las recomendaciones de medidas de control se muestran en las tablas 7.3.1- 7.3.8.

7.3.1 NIC.1

Tabla 7.3.1 Tipo de medidas de control para deslizamientos en pendiente de NIC.1

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medidas de control	Cantidad (m ²)
1	60.9	Caída de rocas	70	Barrera con pared de gabiones y red de prevención	T 440(m)
2	73.2	Caída de rocas	78	Red de prevención	T 7000
3	168.4	Caída de rocas	84	Red de prevención	T 19703
4	168.6	Colapso de rocas	72	Red de prevención	T 5363
5	169.8	Colapso de rocas	72	Red 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	Red de prevención	T 7760
11	187.3	Colapso de rocas	73	Recorte + Torcreto	P 2540
12	204.7	Colapso de rocas	73	Red de prevención	T 2217
13	214.7	Colapso de rocas	70	Recorte + Torcreto	P 1935
14	232.5	Colapso de rocas	75	Red 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: Medida de control de emergencia, T: Medida de control temporal
P: Medida de control permanente

Tabla 7.3.2 Tipo de medidas de control para socavamiento de cimiento de puentes en NIC.1

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medida de control	Cantidad (m ²)
1	113+190	Socavamiento de fundaciones de puente	90	Clochon de gabiones	T 252
2	135+640	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	T 18
3	150+330	Socavamiento de fundaciones de puente	90	Clochon de gabiones	T 666
4	151+850	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	T 117
5	226+890	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	T 41
6	233+245	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	T 18

7.3.2 NIC.3

Tabla 7.3.3 Tipo de medida de control para deslizamientos en el talud en NIC.3

N°	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medida de control		Cantidad (m ²)
1	3.9	Colapso de rocas	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 a la pendiente		Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	3460
7	35.2	Paso de cascajo	75	Presa	P	100(m)
8	35.9	Daño a la pendiente	71	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	4352
9	38.9	Daño a la pendiente	90	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	4526
10	39.4	Daño a la pendiente	90	Recorte + Terraplenado + Contrapeso + Vegetación	P	284
11	40.0	Colapso de rocas	85	Recorte + Torcreto	P	2272

Tabla 7.3.4 Tipo de medidas de control para socavamiento de cimiento de puente en NIC.3

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medida de control		Cantidad (m ²)
1	119+050	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Reconstrucción del aleton del muro	P	8

7.3.3 NIC.5

Tabla 7.3.5 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.5

No	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medidas de control		Cantidad (m ²)
1	24.6	Caída/colapso de rocas	76	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación	T	55600

7.3.4 NIC.15

Tabla 7.3.6 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.15

N°	Ubicación (Km)	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medida de control		Cantidad (m ²)
1	13.6	Paso de cascajo	70	Muro de Gygabiones	T	100
2	11.7	Paso de cascajo	70	Muro de Gygabiones	T	70
3	11.1	Paso de cascajo	70	Presa	T	65
4	9.9	Paso de cascajo	70	Presa	T	45

7.3.5 NIC.24

No se identificaron sitios críticos en NIC.24.

7.3.6 NIC.26

Tabla 7.3.7 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.26

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

Tabla 7.3.8 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.26

No	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Puntuación	Tipo de medidas de control	Cantidad (m ²)
1	107+533	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	90
2	108+154	Socavamiento de fundaciones de puente	90	Clochon de gabiones	54
3	155+785	Socavamiento de fundaciones de puente	90	Clochon de gabiones	248
4	170+952	Socavamiento de fundaciones de puente	100	Clochon de gabiones	369

7.4 Estimación general de costos

7.4.1 Cantidad de construcción

Las seis vías tienen 55 sitios críticos de desastre en total. Las cantidades de construcción para todos los sitios críticos se han estimado sobre la base de los tipos de medidas de control y los planos de este estudio. En la Tabla 7.4.1 se muestra una lista de las cantidades de construcción.

Tabla 7.4.1 CANTIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Clasificación	Tipo de obra	Comentarios	Unidad	Cantidades
(1) Drenaje superficial	Acequia de ladera	0.5 x 0.5 1:1	M	670
	Contracuneta	U-0.3 x 0.3	M	2,355
	Acequia de pie		M	715
	Desagüe vertical	U-0.3 x 0.3	M	613
(2) Drenaje horizontal	Desagüe horizontal	Tubo de PVC ϕ 0.04	M	400
(3) Vegetación	Rociado de semillas con bomba		m ²	30,754
	Rociado de semillas y mezcla con pistola		m ²	0
(4) Estructura	Torcreto	t=10cm	m ²	53,879
	Marco de concreto proyectado		m ²	0
	Marco de bloques de concreto		m ²	0
	Gabiones		m ³	770
(5) Apoyo estructural	Muro de revestimiento de talud en piedra		m ²	0
	Muro de retención por gravedad		m ³	0
	Muro de gabiones		m ³	2,440
	Muro de retención en forma de T		m ³	2,108
	Pilotes de prevención		m ³	0
	Protección de pie con revestimiento de talud con piedras		m ³	0
	Protección de pie con concreto		m ³	0
(6) Movimientos de tierra	Retiro		m ³	11,087
	Corte de rocas		m ³	50,017
	Precorte de rocas	Voladura de rocas	m ³	111
	Corte de suelo		m ³	79,344
	Terraplenado		m ³	52,241
(7) Dispositivos para evitar la caída de rocas	Red de prevención		m ²	64,130
	Valla de prevención		m ²	0
	Barrera con gabiones		m ³	308
	Barrera con muro de concreto		m ³	0
(8) Anclaje	Pernos de anclaje		c.u.	0
(9) Protección de las riberas de los ríos	Revestimiento de concreto		m ³	0
	Gabiones		m ³	1958
	Revestimiento de talud con piedras y mortero		m ³	0
(10) Protección de estribos y pilares	Protección de pie con gabiones		m ³	0
	Muro de pie de tablestacas		m ²	0

7.4.2. Costos unitarios

Los costos unitarios de la construcción que prepararon el MTI y este equipo de estudio provienen de las estimaciones de cuatro constructoras. El equipo de estudio decidió aplicar los costos unitarios promedio de las cuatro constructoras. Sin embargo, para algunas de las obras que se señalan en el estudio no se contó con precios reales de mercado debido a la falta de experiencia al respecto en Nicaragua. Los costos unitarios de esas obras se estimaron sobre la base de su precio de mercado en Japón. En la Tabla 7.4.2 se muestra una lista de los costos unitarios

Tabla 7.4.2 Costos unitarios

Clasificación	Tipo de obra	Comentario	Unidad	Costo unitario
(1) Drenaje superficial	Acequia de ladera	0.5 x 0.5 1:1	m	65.12
	Contracuneta	U-0.3 x 0.3	m	49.49
	Acequia de pie		m	60.78
	Desagüe vertical	U-0.3 x 0.3	m	49.49
(2) Drenaje horizontal	Desagüe horizontal	Tubo de PVC ϕ 0.04	m	27.00
(3) Vegetación	Rociado de semillas con bomba		m ²	6.05
	Rociado de semillas y mezcla con pistola		m ²	8.14
(4) Estructura	Torcreto	t=10cm	m ²	48.30
	Marco de concreto proyectado		m ²	-
	Marco de bloques de concreto		m ²	-
	Gabiones		m ³	43.67
(5) Apoyo estructural	Muro de revestimiento de talud con piedras		m ²	66.91
	Muro de retención por gravedad		m ³	120.10
	Muro de gabiones		m ³	143.97
	Muro de retención en forma de T		m ³	424.24
	Pilotes de prevención		m ³	-
	Protección de pie con revestimiento de talud con piedras		m ³	66.91
	Protección de pie con concreto		m ³	391.25
(6) Movimientos de tierra	Retiro		m ³	5.87
	Corte de rocas		m ³	92.83
	Pre-corte de rocas	Voladura de rocas	m ³	109.50
	Corte de suelo		m ³	5.93
	Terraplenado		m ³	14.70
(7) Dispositivos para evitar la caída de rocas	Red de prevención		m ²	33.65
	Valla de prevención		m ²	-
	Barrera con gabiones		m ³	97.49
	Barrera con muro de concreto		m ³	625.13
(8) Anclaje	Pernos de anclaje		c.u	218.25
(9) Protección de las riberas de los ríos	Revestimientos de concreto		m ³	654.95
	Gabiones		m ³	97.49
	Revestimiento de talud con piedras y mortero		m ³	66.91
(10) Protección de estribo y pilares	Protección de pie con gabiones		m ³	43.67
	Muro de pie de tablestacas		m ²	-

7.4.3 Costo Preliminar para cada Ruta en Estudio

El costo aproximado para cada ruta sujeta de estudio esta presentada en la Tabla 7.4.3- 7.4.10.

Tabla 7.4.3 Costos de construcción de contramedidas para taludes fallados en la NIC.1

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de medidas de control		Cantidad (m ²)	Costo (x 1000 US\$)
1	60.9	Caída de rocas	Barrera con pared de gaviones y red de prevención	T	440(m)	253
2	73.2	Caída de rocas	Red de prevención	T	7000	236
3	168.4	Caída de rocas	Red de prevención	T	19703	812
4	168.6	Colapso de rocas	Red de prevención	T	5363	315
5	169.8	Colapso de rocas	Red de prevención	T	6466	364
6	170.7	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	15242	1,772
7	171.3	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	8752	639
8	175.0	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	2252	184
9	176.2	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	4988	385
10	178.7	Colapso de rocas	Red de prevención	T	7760	456
11	187.3	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	2540	197
12	204.7	Colapso de rocas	Red de prevención	T	2217	125
13	214.7	Colapso de rocas	Recorte + Torcreto	P	1935	175
14	232.5	Colapso de rocas	Red 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
Total						6,389

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

Tabla 7.4.4 Costo de construcción de contramedidas para cimientos socavados de puentes en la NIC.1

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de medida de control		Cantidad (m ²)	Costo (x 1000 US\$)
1	113+190	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	252	25
2	135+640	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	18	2
3	150+330	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	666	65
4	151+850	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	117	12
5	226+890	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	41	4
6	233+245	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	18	2
Total						110

Tabla 7.4.5 Costos de construcción para taludes fallados en la NIC.3

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

Tabla 7.3.6 Tipo de medidas de control para socavamiento de cimientos de puente en NIC.3

N°	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de medida de control	Cantidad (m ³)	Costo (x 1000 US\$)	
1	119+050	Socavamiento de fundaciones de puente	Reconstrucción del aleton del muro	P	8	3

Tabla 7.4.7 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.5

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

Tabla 7.4.8 Costos de construcción de contramedidas para taludes fallados en la NIC.15

N°	Ubicación (Km.)	Clasificación de desastre vial	Tipo de medida de control	Cantidad (m ²)	Costo (x 1000 US\$)	
1	13.6	Paso de cascajo	Muro de gaviones	T	100	58
2	11.7	Paso de cascajo	Muro de gaviones	T	70	40
3	11.1	Paso de cascajo	Presa	T	65	279
4	9.9	Paso de cascajo	Presa	T	45	193
Total					570	

Tabla 7.4.9 Costos de construcción de contramedidas para taludes fallados en la NIC.26

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

Tabla 7.4.10 Tipo de medidas de control para deslizamientos en el talud en NIC.26

No	Ubicación	Clasificación de desastre vial	Tipo de medidas de control		Cantidad (m ²)	Costo (x 1000 US\$)
1	107+533	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	90	9
2	108+154	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	54	5
3	155+785	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	248	24
4	170+952	Socavamiento de fundaciones de puente	Colchón de gaviones	T	369	36
Total						74

7.4.4 Estimaciones generales de costos para cada vía objetivo

Las estimaciones generales de los costos para cada vía objetivo se presentan en la Tabla 7.4.11.

Tabla 7.4.11 Costo Total

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

US\$1=C\$13.9

7.5 Cronograma de Inversión

El costo preliminar para cada ruta en estudio está estimado aproximadamente en 12.7 millones de dólares . De acuerdo con el punto anterior” 7.1.1.2” el presupuesto del MTI ha disminuido después del Huracán Mitch. Además, casi todo el presupuesto del MTI es básicamente de recursos externos , los que significan aproximadamente el 70% y el 30% su propio presupuesto.

No obstante , si los costos de construcción de los puntos críticos de desastres de este estudio deberán ser gastados en diez años , lo que será posible prepararlos por medio del MTI Ya que el presupuesto de mantenimiento anual del MTI es aproximadamente 2.7millones US\$, lo que significa aproximadamente 2.6% del presupuesto del MTI.

Por lo tanto, una parte del presupuesto del MTI, que es aproximadamente la misma cantidad, debería ser destinado rutinaria o periódicamente para los trabajos de contramedidas para la prevención de desastres.

CAPÍTULO 8
ESTUDIO DE CONDICIÓN NATURAL

CAPÍTULO 8 ESTUDIO DE CONDICIÓN NATURAL

8.1 Generalidades

8.1.1 Propósito del estudio

El Estudio de las Condiciones Naturales se realiza en los sitios donde se han considerado la necesidad de tomar algunas medidas a través del estudio de la primera fase. 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. Este flujo es aplicable para una investigación similar en el futuro

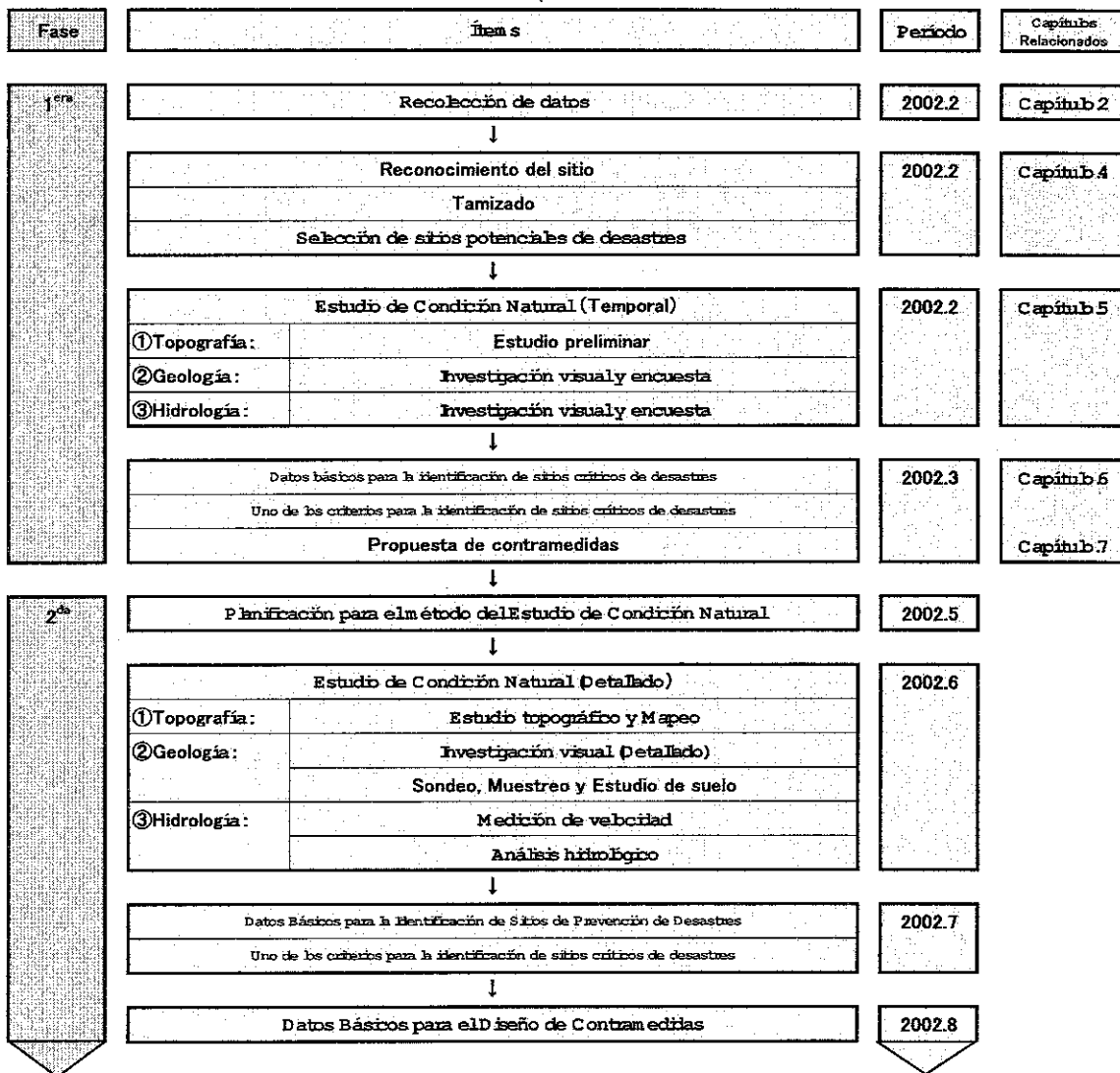


Figura 8.1.1 Diagrama de Flujo para el Estudio de las Condiciones Naturales

1) Primera fase

El estudio de levantamiento topográfico: La posición, características geográficas, y el rango de los sitios en estudio fueron aclarados por medio de medición temporal.

El estudio geológico: Se realizó de manera visual usando las tablas de inspección de estabilidad.

2) Segunda fase**a) El estudio Topográfico:**

Se realiza para reconocer la detallada característica geográfica del sitio de estudio. Se fundamenta en una escala de 1/200, pero ésta puede ser fijada opcionalmente en otro rango en dependencia de la situación geográfica que presente. Para asumir el material fundamental cuando la contramedida sea examinada, se lleva a cabo la medición transversal por necesidad. Además, el punto de referencia temporal está conectado a punto de coordenadas públicas para la ejecución de la construcción de la contramedida en cada punto. Este se preparará para la ejecución de la construcción y su mantenimiento futuro. Cuando el objetivo de estudio sea un puente, tiene que ser medido a lo largo de la carretera porque su reconstrucción será en concordancia con la contramedida seleccionada, Además, como se necesita un análisis hidrológico del río, son ejecutadas la medición longitudinal alrededor del puente y, por lo menos, tres mediciones transversales del río.

b) Estudio geológico:

Hay una variedad de métodos en el estudio geológico pero los métodos de investigación a lo largo de este estudio están programados basandose a los resultados de la medición temporal y estudio geológico visual de la Fase 1. En este estudio no existe el sitio apropiado para exploración sísmica como un talud de gran dimensión. La perforación, el sondeo, y el análisis de laboratorio de las muestras de perforación donde se distinguen los estratos son ejecutados. Cuando sea examinada la metodología de la investigación, se estudia según la posición de los sitios de estudio que son los más importantes. A la selección de posición de investigación, un punto de vista técnico es importante, así como la seguridad de los equipos y personal del investigador que ejecuta el estudio se consideran prioritarios. Aun cuando el sondeo se ejecuta, la situación del objeto de estudio, la tendencia general y a detalle se investiga conjuntamente con la investigación visual.

c) Estudio Hidrológico:

El estudio se realiza donde se asume el socavado del cimiento de puente, midiendo la velocidad de la corriente y el caudal, etc. para detallar la correlación de cada puente y el río. La pendiente del río y las secciones de corte del río son definidas para el calculo hidráulico.

8.1.2 Numeración del sitio de investigación

En la primera fase del estudio se hizo la numeración de cada sitio de investigación teniendo en cuenta la administración futura de carreteras y sitios potenciales de desastres.

En el estudio de esta fase, es necesario seleccionar 30 sitios donde exigen las medidas de prevención de desastres desde los 55 sitios críticos de desastres. Para simplificar el trabajo, se les ha dado un número de serie a lo largo de todas la rutas. Los números de investigación son los siguientes:

Tabla 8.1.2 Código de número de serie (Sitios críticos de desastres) para la investigación

Ruta No. Nic.1			
Número de Serie de Stb Críticos de Desastres	ID.No	Kilometraje desde Managua (km)	Tipo de desastre
1	N001A290	60.9	R.F.
2	N001A280	73.2	R.F.
3	Juncuital	113.19	B.S.
4	San Nicolás (Este)	135.64	B.S.
5	Las Chorreras	150.33	B.S.
6	San Ramón	151.85	B.S.
7	N001A240	168.4	R.F.
8	N001B230	168.6	R.C.
9	N001B200	169.8	R.C.
10	N001B190	170.7	R.C.
11	N001B170	171.3	R.C.
12	N001B150	175.0	R.C.
13	N001B120	176.2	R.C.
14	N001A110	178.7	R.F.
15	N001B100	187.3	R.C.
16	N001B070	204.7	R.C.
17	N001A050	214.7	R.F.
18	Río Maí	226.89	B.S.
19	Río Tapacú	233.245	B.S.
20	N001B030	232.5	R.C.
21	N001A020	233.7	R.F.
22	N001A010	235.6	R.F.
Sub-total		22sitios	

Ruta No. Nic.15			
Número de Serie de Stb Críticos de Desastres	ID.No	Kilometraje desde Las Manos (km)	Tipo de desastre
36	N015E010	9.9	D.F.
37	N015E020	11.1	D.F.
38	N015E050	11.7	D.F.
39	N015E060	13.6	D.F.
Sub-total		4sitios	

Ruta No. Nic.26			
Número de Serie de Stb Críticos de Desastres	ID.No	Distancia desde el empalme de San Isidoro a Sabaco (km) (*Puente desde Managua)	Tipo de desastre
40	N026A001	9.0	R.F.
41	N026A002	12.7	R.F.
42	N026A003	19.9	R.F.
43	N026A004	20.9	R.F.
44	N026A006	24.7	R.F.
45	La Bandera	170+852	Bridge
46	N026A010	29.3	R.F.
47	N026B011	29.8	R.C.
48	N026A013	33.6	R.F.
49	N026B140	34.0	R.C.
50	N026A150	34.2	R.F.
51	N026B160	37.0	R.C.
52	San Juan de Dios	156+785	Bridge
53	N026B210	45.5	R.C.
54	Papalón	108+154	Bridge
55	Solis	107+533	Bridge
Sub-total		14sitios	
Total		Nic.1,3,5,15,26	55sitios

Ruta No. Nic.3			
Número de Serie de Stb Críticos de Desastres	ID.No	Distancia desde Sabaco(km) (*Puente desde Managua)	Tipo de desastre
23	003B420	3.9	R.C.
24	003B400	6.9	R.C.
25	003B370	7.4	R.C.
26	El Guayacan	119.05	Bridge
27	N003B320	22.1	R.C.
28	N003B240	32.7	R.C.
29	N003C230	32.9	S.S.
30	N003E170	35.2	D.F.
31	N003C160	35.9	S.S.
32	N003C150	38.9	S.S.
33	N003G140	39.4	S.S.
34	N003B120	40	R.C.
Sub-total		12sitios	

Ruta No. NIC.5			
Número de Serie de Stb Críticos de Desastres	ID.No	Distancia desde Matagalpa (km)	Tipo de desastre
35	N005A001	24.6	R.F.
Sub-total		1sitio	

- R.F. :Caída de roca
- R.C. :Colapso de roca
- S.S. :Deslizamiento de tierra
- D.F. :Alud de fango
- Bridge :Socavación de cimiento de puente

8.2 Estudio Hidrológico

8.2.1 Alcance del estudio

El Estudio hidrológico se concentró en 11 puentes de los ríos seleccionados, que forman parte de los 55 sitios críticos de desastres objeto de este estudio.

El propósito de la investigación principal es el estudio hidrológico de los ríos donde existe preocupación por el efecto de la socavación debajo de los puentes, la verificación de que cada puente tenga la escala apropiada en relación a la velocidad de la corriente y caudal. Los puentes a investigar son los siguientes:

Tabla 8.2.1 Contenido de los Puentes designados

Ruta	Serial No.	Punto desde Managua (km)	Marca de campo (Nombre del puente)	Observación
NIC. 1	3	113.19	El Junquillal	Via Sebaco
	4	135.64	San Nicolas	--"--
	5	150.33	Las Chanillas	--"--
	6	151.85	San Ramón	--"--
	18	226.89	Río Inalí	--"--
	19	223.25	Río Tapacalí	--"--
NIC. 3	26	119.05	El Guayacán	Via Sebaco
NIC. 26	45	170.952	La Banderita	Via León
	52	156.785	San Juan de Dios	--"--
	54	108.154	Papalón	--"--
	55	107.533	Solís	--"--

8.2.2 Metodología de investigación.

1) Medición de la velocidad de la corriente

La medición de la velocidad de la corriente es el parámetro principal para obtener la velocidad promedio en cada sección del río, de modo que la medida debe tomarse 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..

2) Análisis Hidrológico.

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.

En general, para el análisis se adapta la combinación de las técnicas de análisis hidrológico con modelos de simulación hidrológica para alcanzar la meta del estudio. A continuación, se explica el método común en Nicaragua para fijar el caudal de la corriente y nivel de aguas máximas de diseño.

Primeramente, 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.

8.2.3 Resultados de la Investigación (Medición de velocidad de la corriente)

El resultado de la medición de velocidad de la corriente es como se indica abajo. Aunque la medición se ha realizada en la época lluviosa, no había suficiente caudal en los ríos. Se considera que en Nicaragua la lluvia se concentra a principios de la época lluviosa (en mayo) y a fines de la misma (en octubre). De ahí que no es más que un valor de referencia.

Tabla 8.2.2 Resultado de la medición de velocidad de la corriente

Serial No.	Puente	Velocidad min (m/s)	Velocidad max (m/s)	Q (m3/s) (para Velocidad max)
3	Tapacalí	0.036	0.048	0.0348
4	Inalí	0.186	0.271	0.255
5	San Ramón	0.091	0.175	0.009
6	Las Chanillas	0.204	0.431	0.431
18	San Nicolás	0.010	0.037	0.037
19	El Guayacán	N/A	N/A	N/A
26	El Junquillal	0.037	0.061	0.445
45	Las Banderitas	0.162	0.192	0.047
52	San Juan Dios	0.103	0.186	0.017
54	Solís	N/A	N/A	N/A
55	Papalón	N/A	N/A	N/A