

**CAPÍTULO 4**  
EVALUACIÓN DE PREVENCIÓN  
DE PUNTOS DE DESASTRES VIALES



## CAPITULO 4 EVALUACIÓN DE PREVENCIÓN DE PUNTOS DE DESASTRES VIALES

### 4.1 Clasificación de Desastres Viales

Este estudio describe la estabilidad de los taludes de Nicaragua y discute los factores de la misma. Se estudiaron las vías siguientes:

**Tabla 4.1.1 Vías estudiadas para la prevención de desastres viales y su longitud**

Nombre de la vía	Tramo	Longitud
Nic-1	San Benito – El Espino	Aprox. 205 Km
Nic-3	Sébaco – Jinotega	Aprox. 58 Km
Nic-15	Yalagüina-Las Manos	Aprox.41 Km
Nic-24	Chinandega – El Guasaule	Aprox. 73 Km
Nic-26	San Isidro – Telica	Aprox. 117 Km
Nic-5	Sitio a 24.6 Km de Matagalpa	-
Total	6 vías	Aprox.495 Km

La geología y la topografía de cada vía se detallarán en el Capítulo 5. Aquí se presenta una tabla.

**Tabla 4.1.2 Geología y topografía de las vías para la prevención  
de desastres viales**

Nombre de la vía	Topografía	Geología
Nic-1	Colinas de taludes suaves y Alturas entre 120m-480 m por los 120 Km entre San Benito y San Isidro. Entre San Isidro y Estelí hay elevaciones de hasta 1,040 m pero la altura es de entre 880-540 m hasta la frontera con Honduras, por una longitud de 117 Km (820 m de altura). Las características especiales corresponden a una planicie de lava llamada Mesa.	Área principalmente de rocas volcánicas que pertenecen a la nueva era Terciaria y lavas andesíticas, tobas soldadas, parcialmente aglomeradas y rocas piroclásticas distribuidas.  La andesita se fractura y a veces se divide en 20 cm, pero en otros casos son enormes y alcanzan dos metros de diámetro. Las condiciones son variadas.
Nic-3	La altura aumenta gradualmente en Sébaco (440 m de altura) y (?) m en Matagalpa, atraviesa su punto máximo a 1,480 m, y llega a Jinotega, con 960 m de altura	Se observan actividades volcánicas sobre todo en Matagalpa, tobas, flujo de lavas andesíticas, están distribuidas areniscas del Paleogeno y Neogeno.

<p>Nic.15</p>	<p>La altura sube en Yalagüina (650 m) y alcanza los 1,200 m en la frontera con Honduras. La roca madre antigua se distribuye y las características corresponden a la topografía de fallas.</p>	<p>A excepción de las rocas volcánicas del Neogeno que están distribuidas cerca de Yalagüina, los esquistos negros y verdes y la granodiorita se han convertido en suelo de granito descompuesto. Por lo tanto, una gran cantidad de tierra y arena se descarga en depósitos diluviales. Últimamente no se habían producido pasos de cascajo tan grandes como los del Mitch, debido al clima seco. Pero la pendiente es constante aunque consista de suelto de granito totalmente descompuesto.</p>
<p>Nic.24</p>	<p>Esta vía atraviesa las montañas del norte pero por áreas planas de 20-55 metros de altura. Sólo se estudiarán dos pendientes para la prevención de desastres. Más bien, tratándose de tierras bajas, algunos sitios se inundarán en las épocas lluviosas.</p>	<p>A excepción de las rocas de unión columnar de andesita que están expuestas a unos 10 Km de Chinandega, hay muchos afloramientos de tobas. Hay preocupación por problemas de tránsito debido a la erupción de volcanes de la Era Cuaternaria.</p>
<p>Nic-26</p>	<p>La altura es de 455 m en el empalme de San Isidro con Nic-1. La vía se dirige al oeste a lo largo del río, a unos 450 m de altura, hasta un punto de 28 kilómetros. La altura se reduce gradualmente desde ese punto y alcanza menos de 20 m en Telica, que es su último punto. A lo largo del río, se predice un desplazamiento lateral de la falla, y por tanto el desplazamiento este-noreste afectará la estabilidad de la pendiente. Esta vía también está bajo la influencia de volcanes cuaternarios.</p>	<p>Básicamente, hay lava andesítica y tobas de volcanes del Neogeno. Pero también se observa alteración a esquisto verde. También se encuentran tobas verdes. Los fenómenos son variados, como los que se ven bloqueados por fallas o intrusiones de riolita a lo largo de la falla, pero se encuentran algunos factores de inestabilidad que no se observan en las demás vías. Para esta vía también se consideran problemas de tránsito debido a la erupción de volcanes cuaternarios, como el Momotombo, etcétera.</p>
<p>Nic-5</p>	<p>Esta vía montañosa corre a lo largo del río y es parte de la estribación. Baja hacia el río en una pendiente aguda.</p>	<p>En la parte superior existe un depósito de denubio con mucho escombros, y debajo se encuentra andesita piroclástica. La frontera entre ambas no está clara, pero puede distinguirse puesto que la andesita se inclina contra la pendiente y los depósitos de denubio parecen cascajo que va pendiente abajo. Se produce un colapso en la frontera de ambas zonas que involucra parcialmente a roca madre meteorizada.</p>

Sobre la base de las características geológicas y topográficas que se resumieron arriba, y tomando en cuenta que Nicaragua no ha modificado mucho las condiciones de su orografía, se estudiaron los siguientes ejemplos para distinguir las características geofísicas:

- 1) Donde las curvas de nivel son desordenadas, especialmente en las áreas bajas pantanosas y la pendiente es coluvial, cabe el temor de un colapso o un derrumbe

- (se predice el alud de fango volcánico en NIC1, NIC26 y NIC24.)
- 2) Habrá una falla donde se observa topografía en forma de hondonadas en línea recta (NIC15 y NIC26).
  - 3) Donde el ángulo del talud cambia, cabrá presumir colapsos frecuentes (todas las vías).
  - 4) Los meandros de los ríos significan la intrusión de lodos. Debe verificarse que no se produzcan derrumbes (NIC3, alrededor de Matagalpa).
  - 5) El alud de fango, los depósitos de denubios y los abanicos aluviales pueden derivarse de capas de arena suelta y grava. El surgimiento de agua y el colapso serán peculiares (Nic.15).
  - 6) La diferencia entre la ecología y el área circundante significa tierras colapsadas. La recuperación mediante vegetación lleva tiempo (Nic.-15)
  - 7) Las áreas de terrazas bajo las Colinas, los esquistos barrosos en forma de Mesa y la zona meteorizada de tobas pueden ser características que den lugar a un gran colapso (Nic.-3 alrededor de Matagalpa).
  - 8) Debe verificarse la posibilidad de colapsos y derrumbes en las zonas de toba meteorizada (Nic.-3).
  - 9) Las fisuras en los hombros de las pendientes son signos de colapso. Las fisuras viejas se han convertido en pequeños senderos. La diferencia de gradiente debe verificarse (Nic.-5, El Tuma).
  - 10) Las cárcavas y las tuberías pueden ser causas de colapso (Nic.-15).
  - 11) Los taludes que tienen ojos de agua en la estación lluviosa representan un peligro de colapso (Nic.-15).
  - 12) La caída continua de rocas por el talud representa un signo de colapso (Nic.5, El Tuma).
  - 13) El sistema hídrico de la meseta de lava es complicado y tiene una gran área de captación. Deben verificarse los puntos donde el agua se recoge. Debe predecirse el colapso de terraplenes (Nic.-1).

El colapso de los taludes también se estudió a la luz de los elementos que siguen tomando en cuenta los registros climatológicos previos y los daños reales:

- 1) Topografía: denubio, tierra colapsada, líneas de ruptura de pendiente, erosión de la meseta en la parte inferior de las terrazas, partes que sobresalen, taludes que recogen agua, signos de alud de fango, derrumbes y topografía donde se construyan terraplenes.

- 2) Geología: Geología que pueda colapsar, suelo y estructura propensos al colapso (dirección de fisuras y continuidad, límites de las capas, líneas débiles), condiciones de la capa superficial, geología de derrumbes propensa al alud de fango, terreno de fundación de los terraplenes.
- 3) Piedras sueltas en el suelo superficial, piedras rodantes, partes grandes y sueltas de masas rocosas que pudieren producir colapsos.
- 4) Líneas débiles, como fallas en taludes.

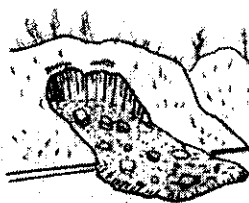
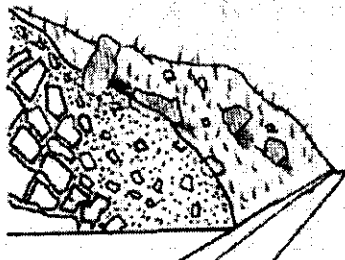
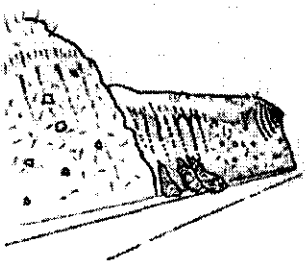
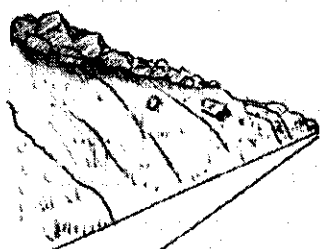
En todos los casos los mapas topográficos se utilizaron hasta el último esfuerzo y se concluyó lo siguiente, después de agregar la información que se recogió en los sitios y los resultados de los estudios de los taludes a los que se hizo referencia en la sección 4.1.1.

#### 4.1.1 Caída de rocas, colapso

Con el estudio se identificó una geología propensa a la caída y el colapso en las seis vías, a saber:

- 1) **Fuerte meteorización superficial de rocas.**  
La mayoría de las rocas meteorizadas se han descompuesto en arenas y limos, e incluyen cascajos. El grosor en las pendientes es inferior a 2 m.
- 2) **Las zonas meteorizadas se han convertido en suelos.**  
En las sustancias meteorizadas que se han convertido en suelo superficial quedan piedras finas de 5 – 10 mm, y se incluyen algunos cascajos de más de 10 mm, que cubren la totalidad de los taludes con un espesor de 2 m.
- 3) **Depósitos de denubio**  
En la mayoría de las vías bajo estudio, su espesor es de cerca de 2 m.
- 4) **Suelos de granito descompuesto**  
Se distribuyen principalmente al norte de Ocotal, en la NIC15. Donde se convirtieron en suelo, la totalidad de los taludes colapsó al momento del Mitch, y todavía permanecen en igual forma.
- 5) **Otros**  
Cascajos tales como sedimentos, arena de terrazas y capas de suelo, esquistos barrocos del Neogeno, aglomerados, rocas piroclásticas, tobas breccia, etcétera.
- 6) **Como caso especial**, en este inciso se incluyen condiciones en forma de mesa y lava andesítica apilada en forma de bloques de gran tamaño sobre la parte superior de los taludes naturales

**Tabla 4.1.3 Tipos de rocas que caen y colapsan en las vías bajo estudio**

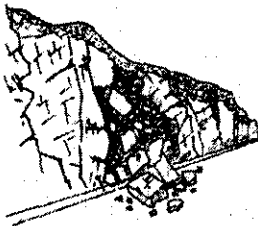
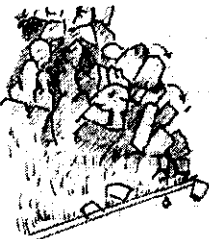
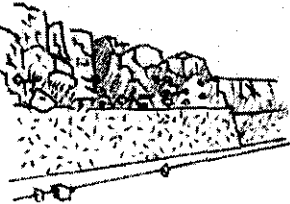
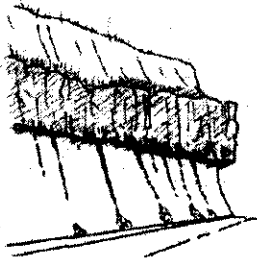
Tipos de fallo	Características generales	Ilustración esquemática
1.	<p>Incluye depósitos de denubio, zonas meteorizadas que se han convertido en suelo, especialmente de tobas, zonas meteorizadas de barros, arenas sueltas y capas de piedras, suelos descompuestos de granito. Se produjo por la salida de agua debida a la penetración de la lluvia. En muchos caos, el volumen de suelo en colapso es menor a 700 – 1,200 m3.</p>	
2	<p>Sucede en gran medida en suelos residuales y meteorizados de granito. La lava andesítica exhibe una meteorización similar pero no al grado del granito. Donde no haya líneas débiles de arcilla ni fracturas pequeñas no se producirán colapsos importantes, a excepción de rocas que rueden.</p>	
3	<p>Se producirá colapso donde el granito se haya meteorizado y forme suelo descompuesto, o en zonas meteorizadas en que se mezclen tobas finas y gruesas. Se produce cuando la capa superficial fluye hacia abajo desde el talud, o cuando hay rocas permeables en el flujo de lava, con muchas fisuras. Se producirán cárcavas en las fisuras que queden entre ambas capas. El volumen de suelo colapsado será de 20 – 500 m3, dependiendo de las condiciones del colapso.</p>	
4	<p>El flujo de lava de la parte superior de la planicie se bloquea y acumula y en algunas partes es empujado hacia afuera en el plano de estratificación. El ángulo natural del talud de la meseta es de alrededor de 40° y a veces caen piedras del talud con vegetación a causa de huracanes. A juzgar por las condiciones de las fisuras, caerán 2 o 3 rocas.</p>	

**4.1.2 Derrumbes**

Básicamente todas los taludes, a excepción de las que abordamos en el capítulo precedente, deben experimentar este tipo de desastre. Puesto que las rocas duras de la Era Terciaria están distribuidas en muchas ubicaciones, debe verificarse que no se produzcan colapsos, salvo en los suelos descompuestos de granodiorita y en las áreas diluviales y las capas de suelo del

norte de Ocotal, en la NIC15. Se han encontrado condiciones muy inusuales en los taludes, como la dirección de la inclinación y el intervalo de las fisuras, las condiciones de la caída de rocas, fenómenos que representan signos de colapso y caídas de rocas a intervalos cortos e intermitentes, apertura de fisuras mayores que los taludes, partes de los taludes que se empujan hacia fuera, rocas que sobresalen por encima de la capa de rocas, etcétera. Estos fenómenos se encontrarán con especial facilidad después de las lluvias. La Tabla 4.1.4 muestra los tipos de colapso de rocas en las vías bajo estudio.

**Tabla 4.1.4 Tipos de colapso de rocas en las vías bajo estudio**

Tipo de fallo	Características generales	Ilustración esquemática
Caída de rocas	Las rocas caen y colapsan cuando la meteorización avanza desde las fisuras y cuando se aflojan los contactos entre rocas. Discontinuidades tales como uniones planas o estructuras inclinadas están estrechamente relacionadas. ( 20 – 300 m3).	
	Se producirá fricción entre los bloques debido a la destrucción de las partes superiores, pero el colapso se producirá cuando el bloque mismo se mueva (alrededor de 90 m3).	
	Colapso igual al anterior, pero se supone que hay rocas más intactas debajo del flujo de lava, con muchas fisuras. (200 m3).	
	Hay un flujo de lava con muchas fisuras en su parte media. Y el flujo de lava sobresaldrá y caerá cuando las aguas superficiales afloren desde el límite del estrato y se formen cárcavas en rocas meteorizadas del lecho inferior. En muchos casos, el volumen es pequeño pero de 200 m3 cuando se trata de suelo de granito descompuesto.	



**4.1.3 Daño de Taludes**

Usualmente los terraplenes no tienen acequias de drenaje y el agua pluvial que fluye desde la superficie de la vía cae al talud. Donde las estructuras de drenaje o de cuneta no funcionen el agua pluvial que escurra por el talud producirá erosión en la entrada del drenaje. En tales casos, el agua que penetra al terraplén aflora en la parte media de la pendiente y produce colapsos. A juzgar por los daños que produjo el huracán Mitch, no es necesario decir que se darán daños como el descrito, pero también es conspicuo que la vía se vio muy afectada por la erosión que produjo el mayor caudal de los ríos. En tales casos, la protección se hace mediante muros de retención de concreto o contradiques, pero en este caso la vía atraviesa áreas de montañas y colinas, y hay peligro de paso de cascajo e inundaciones repentinas, dependiendo del volumen de la precipitación. Pero sólo en tres sitios se registraron colapsos repetidos después del Mitch. En el momento en que este huracán se dio, muchos terraplenes y pendientes cortadas de las áreas montañosas fueron afectadas, pero las áreas planas, como las cuencas, también se vieron afectadas por el agua que corría. Una revisión del sistema hídrico revela que en algunos casos el terraplenado precedió a la decisión de hacia donde se dirigiría el flujo en áreas de captación amplias como las mesetas de lava. A juzgar por las obras de mejora que se construyeron después del Mitch, y el hecho de que no se han observado problemas de tránsito con las precipitaciones usuales, el sistema que ya existe ha de ser aceptable.

**4.1.4 Flujo de Lodo**

En el momento del Mitch se produjo el paso de cascajo. Se juzga que el lavado de los terraplenes fue grande en NIC3 y NIC15. Como caso especial, se teme que el tramo José del Obraza-Las Mercedes, en la NIC24, se verá afectado cuando las cenizas volcánicas del Pleistoceno se conviertan en una corriente de lodo. Algo similar se puede decir del tramo de NIC26. El mapa oficial de riesgos volcánicos presume una caída de cenizas, de manera que el área en peligro es más extensa que la que se ha considerado peligrosa por las corrientes de lodo.

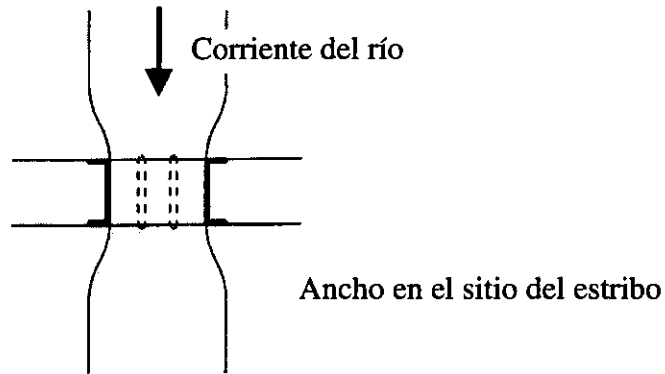
Las secciones donde puede producirse el alud de fango son las siguientes:

<u>Nombre de la vía</u>	<u>Ubicaciones</u>
NIC-3	1 sitio
NIC-15	4 sitios

**4.1.5 Daños de los Cimientos de los Puentes**

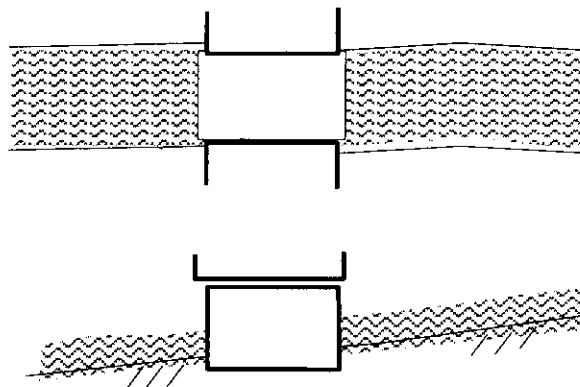
Los puentes en las rutas objeto de estudio tienen las siguientes características:

- El ancho del río es generalmente angosto en el sitio del Puente, (vea la figura 4.1.1)



**Figura 4.1.1 Ancho del río bajo el puente**

- Ambos estribos están situados en el río, (Ver figura 4.1.2)



**Figura 4.1.2 Ambos estribos están en el río**

- No hay protección alrededor de los pilares, y
- Casi todo el material de relleno de las alas de la estructura están socavados por la corriente del río.

Además, la mayoría de los puentes están ubicados en pequeñas inclinaciones del cauce. Por esto cuando hay precipitaciones fuertes, el cauce es socavado por remolinos y rápidos alrededor de los estribos y pilares (ver figura 4.1.3)

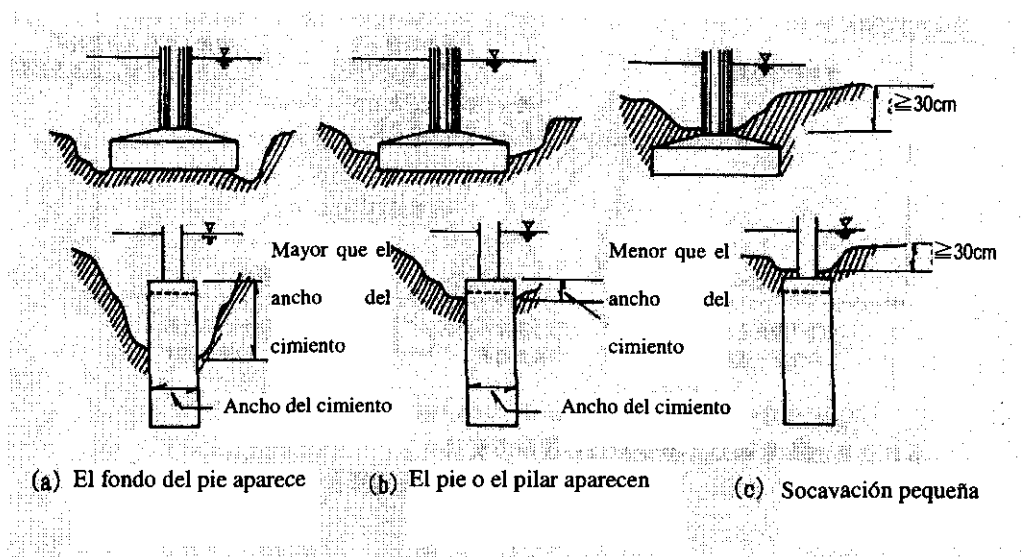


Figura 4.1.3 Socavación de pilar

La inspección de la socavación de puentes podría tomarse en consideración alrededor de estribos y pilares. Pero la mayoría de los cauces estaban secos debajo de los puentes, pero se considera que la protección de los estribos también sería socavada por rápidos.

## 4.2 Evaluación de la Línea de Prevención de Desastres Viales

### 4.2.1 Procedimiento de Investigación de Prevención de Desastres Viales

Para llevar a cabo la prevención de desastres viales que esté más al alcance, y para mantener la seguridad vial en beneficio de terceros, debe prepararse un plan detallado como el que se muestra en la Figura 4.2.1. Además debe llevarse a cabo una investigación de los sitios donde es posible que se dé un desastre, como la que se basa en el “Manual de Inspección para la Prevención de Desastres Viales” que en 1996 publicó el Centro de Tecnología de Manejo de Caminos de Japón (al que en adelante haremos referencia como “el Manual de Inspección”).

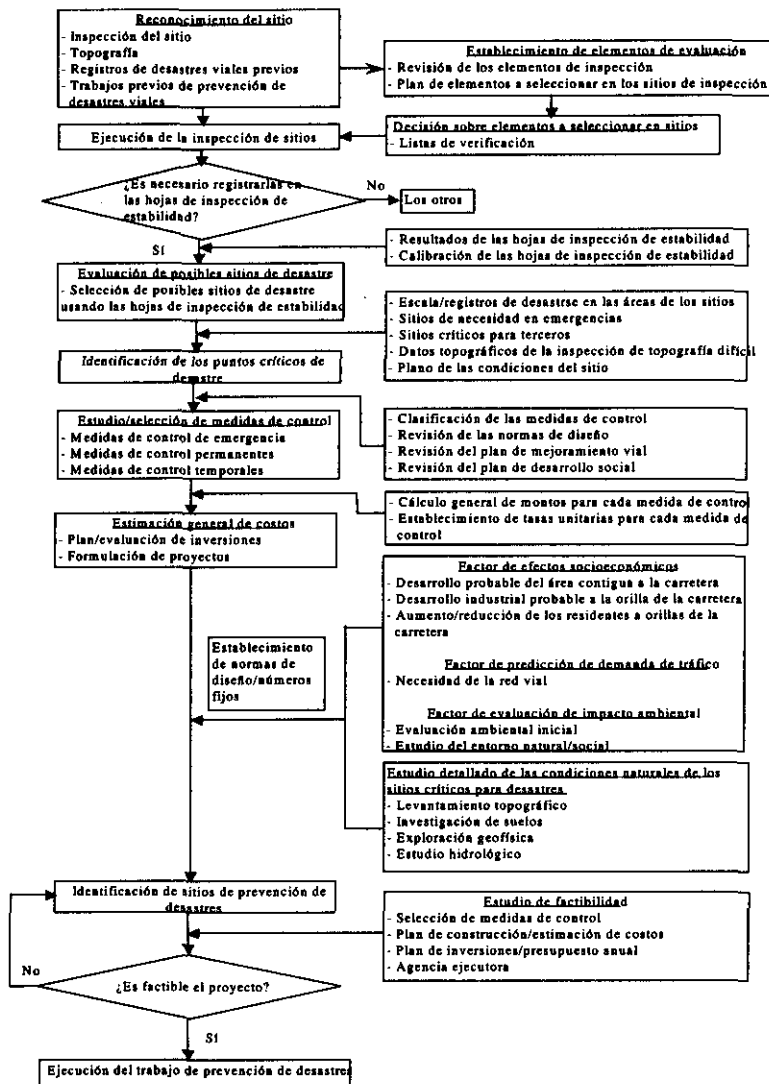


Figura 4.2.1 Procedimiento de investigación para la prevención de desastres viales

4.2.2 Reconocimiento in situ

El reconocimiento de los sitios de la carretera objeto debe llevarse a cabo con una organización suficiente de equipos. La organización de los equipos generalmente debe comprender a tres miembros, a saber: un ingeniero experimentado que sugiera sitios vulnerables, un técnico que haga los planos y llene las hojas de estudio de estabilidad, y un conductor para el vehículo. Se necesitan equipos portátiles para la obtención de los datos del inventario de carreteras, una cámara de video digital, mapas topográficos (a escala 1/50,000), una cinta métrica y similares.

### 4.2.3 Cobertura

Los objetivos del tamizado son los siguientes:

- Inspección objetiva de los sitios vulnerables,
- Identificación temprana de los sitios vulnerables, y
- Comprensión de las características de los sitios vulnerables.

La inspección es la evaluación objetiva que el ingeniero haga de los sitios que inspeccione.

Los sitios de inspección se clasifican en los siguientes elementos de desastre:

- Caída y colapso de rocas
- Colapso de rocas
- Deslizamientos del talud
- Alud de fango
- Socavamiento de cimiento de los puentes

Los elementos de la inspección deben revisarse antes de que se establezcan los elementos de la evaluación de los sitios de inspección. Y los elementos que habrán de servir para elegir los sitios de inspección también deberán planearse con respecto a cada factor de desastre, usando listas de verificación actualizadas.

#### 1) Lista de verificación para seleccionar los sitios de inspección

Las listas de verificación que han de utilizarse para la selección de sitios de inspección se muestran para los siguientes elementos de desastre, que incluyen estos dos asuntos:

- Sitios donde claramente se confirme la posibilidad de un desastre
- Sitios donde sea necesario investigar los registros de desastres previos.

#### 2) Caída y colapso de rocas

El ingeniero deberá inspeccionar uno o más de los siguientes factores:

- Sitio que se encuentre en un corte/terraplén con talud natural de quince metros de altura o más, o talud natural de cuarenta y cinco (45) grados o más
- Sitio en que haya rocas o bloques no fijos sobre superficies inclinadas
- Sitios en que la mecánica de suelos o de rocas sea vulnerable, y
- Sitios en que las medidas de control sean obsoletas o donde sea necesario inspeccionarlas.

### **3. Colapso de rocas**

El ingeniero deberá inspeccionar el factor siguiente:

- Sitio en corte con talud natural de siete (7) metros o más.

### **4. Deslizamientos en taludes**

El ingeniero deberá inspeccionar uno o más de los siguientes factores:

- Sitios críticos de deslizamientos en taludes
- Áreas de prevención de los deslizamientos, y
- Sitios en que se dé el fenómeno de deslizamiento en el talud.

### **5. Alud de Fango**

El ingeniero deberá inspeccionar todos los factores siguientes:

- Sitios que atraviesen la corriente, con puentes, y alcantarillas de cajón en las carreteras
- Excepto sitios que crucen la corriente con túneles
- Excepto sitios con luz bajo el Puente de diez (10) metros de altura y puentes de veinte (20) metros o más de anchura
- Sitios con cuencas de 0.01 Km o más
- Sitios del lecho con diez (10) grados o más, y
- Sitios del lecho del río con dos (2) grados o más

### **6. Socavamiento de los cimientos del puente**

El ingeniero deberá inspeccionar los puentes haciendo la excepción de los siguientes factores:

- Ausencia clara de socavamiento en áreas estancadas
- Puentes de un solo tramo y sin pilares, con protección resistente de las riberas, con mejoras completas del río aguas arriba y aguas abajo
- Ausencia de daños en la protección contra socavamiento alrededor de las fundaciones del Puente, y protección adecuada contra el socavamiento alrededor de las fundaciones
- Empotrado adecuado (quince [15] metros de profundidad o más y ocho (8) veces la

anchura del pilar en dirección transversal) para las fundaciones de pilotes y tubos llenos de concreto, en la parte más profunda del lecho del río o del lecho de diseño (la profundidad del lecho del río al estrato de soporte), y

- Puentes de menos de quince (15) metros de longitud; sin embargo, si el puente fuere de menos de quince (15) metros de altura, existe una gran posibilidad de desastres en las condiciones del río o del puente.

#### **4.2.4 Evaluación de Estabilidad de la Capa**

##### **1) Características de los sitios de inspección**

Para que la inspección de los sitios se lleve a cabo fluidamente deberán recogerse y ordenarse algunos datos para la evaluación, como los que se presentan en los siguientes elementos:

- Registros de desastres previos (tipos de desastres, ubicación, magnitud, circunstancias, fotografías, momento, causa, etcétera)
- Trabajos previos para la prevención de desastres (momento, tipo de prevención, costo, etcétera)
- Datos del inventario vial
- Mapa topográfico (a escala = 1/50,000) (con ubicación, tipo y magnitud de desastres)
- Fotos aéreas

Los sitios serán elegidos durante la inspección objetiva del ingeniero, usando los datos que se indican arriba.

##### **2) Ejecución del estudio de estabilidad**

Los sitios que se hayan seleccionado durante la inspección objetiva del ingeniero y en virtud de los registros previos y demás criterios deberán incluirse en el estudio de estabilidad. La organización de los equipos de este nuevo estudio será la misma que para la inspección.

Serán necesarios equipos portátiles y datos tales como hojas de estudio de estabilidad, datos del inventario vial, una cámara de video digital, binoculares, un martillo para piedras, y similares. En las hojas del estudio de estabilidad se harán registros de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Seleccionar el tipo de desastre de las hojas del estudio
- Escribir en las hojas los puntos relevantes relativos al Factor A y así sucesivamente, con la excepción de "Evaluación total", que se muestra en el Apéndice- 1,

- Calibrar el resultado de las hojas del estudio de estabilidad con un balance para cada equipo

El método de calibración se muestra en el ejemplo siguiente:

Orden	1	2	3	4	5	6	7
Sitio de inspección (Puntuación)	A (80)	F (80)	G (60)	B (55)	D (50)	C (40)	E (30)
Resultado de la calibración (Re-puntuación)	Misma	Misma	Misma	B (70)	Misma	C (60)	E (40)



Una vez que ambos ingenieros hayan verificado y discutido los resultados del estudio, el orden del mismo cambiará según se indica a continuación:

Orden	1	2	3	4	5	6	7
Sitio de inspección (Puntuación)	A (80)	F (80)	B (70)	G (60)	C (60)	D (50)	E (40)

La calibración debe llevarse a cabo especialmente con relación a la caída y colapso de rocas y el colapso de rocas. Además, debe ser posible realizar la calibración en el sitio para verificar los resultados del estudio.

#### 4.2.5 Investigación de Puntos Potenciales de Desastres

Las hojas del estudio de estabilidad se prepararán por orden después de su calibración. Por supuesto, las puntuaciones de cada sitio se incluirán en cada uno de los elementos que se indican abajo, relativos a la “caída y colapso de rocas”:

- Puntuación de los factores con topografía, mecánica de suelos/rocas, condiciones de la superficie de la pendiente, forma y transformación
- Puntuación de las medidas de control que existan
- Puntuación del historial de desastres



Además deben prepararse otros datos, como por ejemplo los de estudios topográficos generales, planos de los sitios, etcétera.

Los sitios que los ingenieros elijan sobre la base de las puntuaciones y la información con que cuenten son en verdad factores potenciales de un desastre.

Además, las seis (6) carreteras objeto presentan diferentes volúmenes de tráfico.

Pero las predicciones de demanda de tráfico para 2020 indican un incremento hasta alcanzar un volumen de tráfico considerable.

Por lo tanto, en esta sección el volumen de tráfico no se considera dentro de los factores de la evaluación.

La calificación de cada sitio será diferente según el tipo de desastre. Por lo tanto, la selección de los posibles sitios de desastre debe evaluarse en orden, empezando por las puntuaciones mayores. Las puntuaciones deben hacerse como sigue:

Además, los sitios potenciales de desastres se definen por los ítems siguientes;

- Existencia de rocas sueltas en el talud,
- Existencia de muchas grietas en la superficie de rocas,
- Existencias de caída de rocas de pequeña escala, y
- Existencia del historial de caída de rocas, colapso de masa de roca, deslizamiento del talud, socavación del cimiento de puente, y otros.

Importante : Los puntajes totales para cada tipo de desastre varían, y deben ser descompuesto en factores a un total común de 100. Por lo tanto, todos los puntajes deben ser descompuesto en factores por la proporción apropiada.

#### **Para puentes: Puntuación de setenta (70) o más**

La puntuación deberá asignarse según los factores de importancia de la hoja de estudio de estabilidad. Los factores se componen de la inclinación del lecho del río (15) la ubicación del puente (20), la longitud mínima del tramo (15), la proporción de bloqueo del río que produzcan los pilares (15) y la luz que quede bajo la cubierta (10). La puntuación total con cada factor alcanza 75 puntos. Por lo tanto, la puntuación con la que se seleccione un sitio como de desastre potencial para un puente debe tener más de 70.

Pero en el caso en que un puente tenga una ubicación inusual en un río, la puntuación menor

también producirá una selección de un sitio de posible desastre; como la ubicación de un puente en una línea curva del río, que el estribo sobresalga en el río, que las fundaciones estén construidas con caballetes de pilotes.

### **Para Talud del Corte y de Terraplenes: puntuación de sesenta (60) o más**

**Caída de Rocas y Colapso** Los factores más importantes son de la estructura del suelo o la roca (8 o 12), mecánica vulnerable (14), rocas o bloques no fijos que se encuentren en superficies con pendiente (12), inclinación o altura de la pendiente (18) y transformación de la pendiente (12). La puntuación total de cada factor es de 64 o 68 puntos. El valor umbral para los sitios de caída de rocas y colapso es más de 60.

**Colapso de Masa de Roca** En cuanto al colapso de masa de roca, los factores de gran importancia se refieren a la escala de agrietamiento de las rocas (30), agrietamiento continuo horizontal (10), condición de rocas blandas o duras (11 o 15), la dirección de la roca madre (15) y la altura de talud más pronunciado (10). La puntuación máxima de los factores es de 76 o 80 puntos. Sin embargo, cuando el puntaje total es 126 puntos, un equivalente para 100 puntajes es calculado por 0.79. Cada puntaje máximo será convertido 60 puntos o 63 puntos. El valor umbral para los sitios potenciales de desastres del colapso de masa de roca es más de 60.

### **Para Alud de Fango : puntuación de sesenta (60) o más**

Los factores se refieren al área de la cuenca (10), la máxima inclinación de los torrentes de montaña (10), el área de la inclinación de la pendiente con 30° o más (8) y el área cubierta por campos o pastos (8). La puntuación total de los factores es 36. Sin embargo, la puntuación total original es de 56 puntos. Sin embargo, cuando el puntaje total es 56 puntos, un equivalente para 100 puntajes es calculado por 1.78. El puntaje máximo se convertirá en 64. El valor umbral es más de 60.

#### **4.2.6 Investigación de Puntos Críticos de Desastres**

##### **1) Definición de sitios críticos de desastre**

Asimismo, los sitios críticos de desastres deben identificarse considerando los siguientes elementos de los sitios de posibles desastre:

- Escala/registros de desastres en el área de los sitios
- Sitios necesarios para emergencias
- Sitios críticos para terceros
- Datos topográficos del levantamiento topográfico preliminar, y
- Plano de las condiciones del sitio, etcétera

Las hojas del estudio de estabilidad deben registrar las medidas de control necesarias en el elemento de “evaluación total”.

Tal como esta escrito en la sección anterior “4.2.5 Identificación de los Sitios Potenciales de Desastre” hay algunas definiciones para valorar los sitios críticos de desastre Las tablas siguientes nos muestran todas las definiciones:

a) Definición de Caída de Rocas / Colapso

[Factor A]

Item	Factor	Talud de corte		Potencial	Critico		
		Clasificación	Notas	Nota de Evaluación	Nota de Evaluación		
Topografía	Topografía que tiene factor del colapso	G1: Talud deterítico en cono	Uno corresponde G1	3			
		G2: Huellas de desprendimiento	No corresponde G1	0			
		La línea de malla (nick line) es clara	Varios corresponden G2,3	3			
		G3: Falda de terraza erosionada, voladizo, talud que concentra agua, huella de flujo de sedimentos	Corresponde G2,3	2			
		G4: En la cresta hay cumbre, voladizo	Corresponde a G4		(6)	(6)	
Suelo, Geología, Estructura	Suelo que se degrada	Suelo que fácilmente se erosiona (Suelo que pierde resistencia por absorber agua, otros)	Notable	8			
			Algo notable	4	8	8	
			No corresponde	0	(8)	(8)	
	Calidad de roca erodable	Alta densidad de grietas o capa frágil	Notable	12			
		Rocas blandas fácilmente erosionado	Algo notable	6	12	12	
		Calidad de erosionarse rápidamente	No corresponde	0	(12)	(12)	
Estructura de colapso	(Capa de dirección deslizable (estratificación, línea de falla))	Corresponde	3				
	Suelos sobre rocas impermeables	Notable	6				
	(Roca dura en la parte superior/la parte inferior blanda)	Algo notable	4		14		
Condición de la superficie del suelo	Condición del suelo superficial, roca desprendida y canto rodado	Inestable	12				
		Algo inestable	6				
		estable	0	12	12		
	Roca desprendida y canto rodado son inestable-algo inestable		Corresponde		(12)	(12)	
	Situación de agua manantial	Hay manantial	8				
		Se rezuma un poco	4				
No hay		0	(8)	(8)			
Estado del cubrimiento del suelo	Tierra desnuda-vegetación	5					
	completo (vegetación, estructura)	3					
	Estructuras	1	(5)	(5)			
Forma	Inclinación(i), Altura	Suelo	H>30m	18			
			H≤30, i>norma	15			
			i≤norma, 15	10			
			i≤norma, 15≤H<30	5			
		Roca	H≥50m	18			
			30≤H<50m	16			
			15≤H<30m	12	18	18	
H<15m	10	(18)	(18)				
Deformación	Deformación de talud y pendiente (resaca, caída de rocas pequeñas, cárcavas, socavación, agujero de escorrentía, hundimiento, hinchamiento, árbol caído, grieta, grieta abierta, deformación de obras hechas)	Varios corresponden, algo claro	12				
		Corresponde. No tan claro	8	12	12		
		No hay	0	(12)	(12)		
	Deformación de talud y pendiente cercanas (caída de rocas, derrumbe, grieta, hinchamiento, otros)	Varios corresponden, algo claro	5				
		Corresponde. No tan claro	3				
No hay	0	(5)	(5)				
Total		talud:		62	78		
		Total de notas		(A1)	(A1)		

Los items de color amarillo indican el alto factor en los sitios potenciales de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 60 puntos como mínimo.

Los items de color rojo indican el más alto factor en los sitios críticos de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 70 puntos como mínimo.

**b) Colapso de Rocas**

[Factor A]						
Item	Factor	Clasificación	Nota	Potencial	Critico	
Fenómeno, sintoma	Tamaño de grieta abierta	Grande	30			
		Pequeño	15	30	30	
		No existe	0	(30)	(30)	
	Dirección de grieta continua horizontal	Hacia la dirección degradable	10			
		Hacia la dirección estable	5	10	10	
		No existe	0	(10)	(10)	
Derrumbe pequeño, caída de rocas	Existe	7				
	No existe	0	(7)	(7)		
Estado de grietas	Roca dura	Existencia regular, distancia de cada una más de 1 m.	15			
		Existencia regular, distancia de cada una menos de 1 m.	11			
		Irregular	7	15	15	
	Roca blanda	No existe	0	(15)	(15)	
		Existencia regular, distancia de cada una más de 1 m.	11			
		Irregular	4			
Composición de masa de roca	No existe		0	(11)	(11)	
	Parte superior es dura/parte inferior es blanda		7			
	Parte superior es blanda/parte inferior es dura		5			
	Todo blanda		2			
Buzamiento	Todo dura		0	(7)	(7)	
	Buzamiento quebradizo (dip slope)		15			
	Buzamiento estable		5	15	15	
Topografía	Inclinación de talud y pendiente	Voladizo	4			
		Más de 60°	2			
		Menos de 60°	0	(4)	(4)	
	Altura de precipicio	Más de 100m	10			
		50? 100m.	7			
		30? 50m.	4	10	10	
		Menos de 30m.	2	(10)	(10)	
	Forma de pendiente	Pendiente de forma de cresta		4		
		Pendiente de talud deférrico		3		
		Pendiente de forma de valle		1		
	Línea de trella (Nick line)	Pendiente de forma intermedia de cresta y valle		0	(4)	(4)
		Claro		7		
irregular		4				
Agua freática, lluvia	No claro		0	(7)	(7)	
	Manantial	Existe manantial	4			
		Después de lluvia se sale agua	2			
	Sitio Donde Existe Manantial	Dentro de grietas verticales		2	(4)	(4)
Límita de estratos horizontales		1				
Casi no se observa		0	(2)	(2)		
Total			(A)	80 (126)	88 (126)	

Los ítems de color amarillo indican el alto factor en los sitios potenciales de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 60 puntos como mínimo.

Los ítems de color rojo indican el más alto factor en los sitios críticos de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 70 puntos como mínimo.

**c) Deslizamiento de Talud**

[Factor] (A)		Punto de observación	Nota	Potencial	Critico	
Terreno formado por deslizamiento de tierra		Pendiente formada por deslizamiento de tierra, Terreno tipo meseta,	Claro	30		
		Terreno de inclinación suave, Desorden de curva de nivel, Terreno fluido hacia el río, etc.	Algo claro	15	30	
			No claro	7	(30)	
Geología, etc.	Estructura geológica	Falla, Zona de trifuración		18		
		Zona de alteración volcánica, Suelo solfatárico		18		
		Dirección deslizable de capa		14		
		dirección estable de capa		7		
		Forma de bloques (Estructura de roca intrusiva, de roca de cubierta)		3		
		Otros		0	(18)	
	Edad geológica y Calidad de roca madre	Estrato mesozóico y paleozóico (esquisto cristalino, roca sedimentaria)		7		
		Estrato terciario (roca sedimentaria)		7		
		Estrato cuaternario (Sedimentos no solidificados o roca sedimentaria)		3		
		Otros (Roca volcánica, Roca ígnea)		0	(7)	
	Manantia	Hay (incluye huella)		10	10	
		No hay		0	(10)	
	Total			(A)	40	58
					(65)	(65)

Los ítems de color amarillo indican el alto factor en los sitios potenciales de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 60 puntos como mínimo.

Los ítems de color rojo indican el más alto factor en los sitios críticos de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 70 puntos como mínimo.

d) Alud de Fango

[Factor] (A)

Item	Factor	Clasificación	Nota	Potencial	Crítico
Característica de arroyo	Superficie de la cuenca dañada por alud de fango. Superficie que tiene más de 15° de inclinación de lecho	Más de 0.50?	10		
		Más de 0.15? menos de 0.50?	8	10	10
		Menos de 0.15?	4	(10)	(10)
	Inclinación máxima del lecho	Más de 40°	10		
Más de 30° menos de 40° Menos de 30°		5 0	10 (10)	10 (10)	
Característica de pendiente	Superficie del pendiente que tiene más de 30° de inclinación	Más de 0.20?	8		
		Más de 0.08? menos de 0.20?	6	8	8
		Menos de 0.08?	2	(8)	(8)
	Superficie ocupada por hierbas y arbustos (menos de 10m. de altura)	Más de 0.20?	8		
		Más de 0.02? menos de 0.20?	4	8	8
		Menos de 0.02?	0	(8)	(8)
	Existencia de obra de suelo con suelos inestables	Existe No	5 0		(5) (5)
	Existencia de grietas y pendiente formada por desplazamiento nuevas	Existe No	5 0		(5) (5)
Existencia de grietas de dimensiones relativamente grande	Existe No	10 0		10 (10)	
Total			(A)	36 (56)	46 (56)

Yellow color items indicate the high factor in disaster potential spots. Therefore, the total score of each item should be 60 scores over at least.

Red color items indicate the much higher in disaster critical spots. Therefore, the total score of each item should be 70 scores over at least.

e) Socavación de los Cimientos de un Puente.

(Items comunes de estribo y pila de puente)

Item	Factor	Clasificación	Nota	Potencial	Crítico	
Características de lecho y estructura de puente	Inclinación de lecho (es rápidos)	Más de 1/100	15			
		Menos de 1/100 más de 1/250	10	15	15	
		Menos de 1/250	0			
	Si no se construyeron estribo y pila de puente existen en sitio de mayor impacto de aguas o en sitio socavado).	Corresponde	20		20	20
		No corresponde				
		año ≥ 50 años	10			
	Edad de puente	30 ≤ año < 50 años	5			
		año < 30 años	0			
		Distancia mínima entre pilas	Menos de 10m.	15		
	Más de 10m menos de 20m		10	15	15	
Más de 20m	0					
Razón de bloqueo por pila	Más de 7%	15				
	Más de 5% menos de 7%	5	15	15		
	Menos de 5%	0				
Espacio libre debajo de viga	Menos de 30cm.	10				
	Más de 30cm . menos de 60cm .	5	10	10		
	Más de 60cm	0				
Recurrencia por la frecuencia de ocurrencia de desastres	Frecuencia (Promedio)	Nota (α)	Subtotal (15)	(A)	(100-0)	
	Los desastres ocurren más de 1 vez por cada 10 años alrededor del puente	15	15	75	90	
	Los desastres ocurren más de 1 vez por cada 5 años en el río	10				
	Los desastres ocurren más de 1 vez por cada 10 años en el río	5				
	Otros	0				
Total			(A)			(100-0)

Los ítems de color amarillo indican el alto factor en los sitios potenciales de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 70 puntos como mínimo.

Los ítems de color rojo indican el más alto factor en los sitios críticos de desastres. Por lo tanto, el total de cada uno deberá ser 90 puntos como mínimo.

## 2) Estudio / selección de medidas de control

Las medidas de control en los sitios críticos de desastre deben dividirse en las tres categorías y condiciones de desastre que siguen:

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

### a) Medidas de control de emergencia >

Las medidas de control de emergencia deben aplicarse para que pueda circularse fluidamente, sin que se cierre una sección al tráfico o a las personas. Por lo tanto, los sitios críticos para desastres, como por ejemplo aquellos en que se produzcan numerosas caídas de rocas, los sitios críticos de las fundaciones de los puentes, y sus similares, deben ser objeto de remoción oportuna de rocas vulnerables y fijación de gabiones alrededor de las fundaciones del puente, y así sucesivamente.

### b) Medidas de control permanentes

Las medidas de control permanente deben aplicarse a las causas siguientes:

- Después de que se concluyan medidas de control de emergencia o temporales en los sitios críticos
- Cuando se trate de partes importantes de la red vial, como áreas de importancia socioeconómica y similares.

### c) Medidas de control temporales >

Las medidas de control temporales se refieren a las que se toman durante la ejecución del estudio de las condiciones naturales y el diseño detallado, y la comparación de medidas de control. Por lo tanto, no son factibles. Y no se anticipan desastres posteriores para el futuro cercano.

Para estudiar las medidas de control que se mencionaron, deberán tomarse en consideración los siguientes elementos:

- Clasificación de las medidas de control en los puntos críticos
- Revisión de las normas de diseño



- Revisión del plan de mejoramiento vial, y
- Revisión del plan de desarrollo social, etcétera

Una vez que se hayan seleccionado las medidas de control deberán hacerse estimaciones generales de las cantidades y costos de cada medida de control. Además, para identificar los sitios de prevención de desastres deberán tomarse en consideración los siguientes factores:

- El factor de los efectos socioeconómicos, como el desarrollo probable del área de las orillas de las carreteras, industrias que probablemente operen a orillas de las carreteras, aumento/reducción de la población de las orillas de las carreteras, y así sucesivamente.
- Factor de la predicción de demanda del tráfico, como necesidad de red vial, y así sucesivamente
- Factor de la evaluación de impacto ambiental, como el examen ambiental inicial, los estudios del entorno natural/social, y así sucesivamente.

Además debe llevarse a cabo el siguiente estudio detallado de las condiciones naturales, para establecer las condiciones de diseño y el número fijo de diseño del sitio crítico de desastres:

- Levantamiento topográfico
- Investigación de suelos
- Exploración geofísica, y
- Estudio hidrológico

#### **4.2.7 Factibilidad del estudio de Prevención de Puntos de Desastres**

Una vez que se hayan realizado todos los estudios y considerado todos los factores, deberán identificarse sitios de prevención de desastres que tomen en cuenta a las medidas de control, el área, los factores socioeconómicos y demás elementos del proyecto.

El proyecto deberá estudiar los siguientes elementos:

- Medidas de control más aplicables
- Plan de construcción/estimación de costos
- Plan de inversiones/presupuesto anual, y
- Entidad ejecutora

Si el proyecto fuere factible, aplicando los análisis de costo/beneficio (C/B) y la tasa interna de retorno (TIR), las obras de prevención de desastres deberán iniciarse tan rápidamente como fuere posible.

Pero, de ser imposible el proyecto según la C/B o la TIR, deberán identificarse sitios de prevención de desastres en otros lugares o con otras medidas de control.

Por lo tanto, la identificación de los sitios de prevención de desastres debe tomar en consideración la totalidad de los factores, como por ejemplo los socioeconómicos, las condiciones naturales, red vial, entorno social/natural, planes de desarrollo vial, y similares.

### **4.3 Hoja de Evaluación**

Los resultados de las evaluaciones están indicados en “ La Figura de los Puntos de Inspección” y llenados en forma de “ Tabla de Investigación de la Estabilidad”.

Los inspectores deben hacer una evaluación integral.

Los inspectores llenan detalladamente el formulario de “ El Registro de Inspección in situ” junto con fotografía, planos, mapa de ubicación y explicación detallada de las anomalías en orden de esclarecimiento de los resultados de la evaluación. Aunque los mapas de ubicación y los planos ocupen mucho espacio del formulario, estos deben ser estipulados como anexos.

En el caso de encontrar el historial de desastres, el inspector debe hacer un “Registro de Daños Históricos” y mantenerlos como cortesía.

El Formulario que se muestra a continuación y el método de registro de la “Tabla de Investigación de la Estabilidad” explicadas en el apéndice.

- 1) Tabla de los Resultados de la Inspección
- 2) Diseño del Punto de Inspección The Figure of Inspection Point
- 3) Registro de la Inspección in situ
- 4) Tabla de Investigación de la Estabilidad
- 5) Registro Histórico de los Daños

**CAPÍTULO 5**  
EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS  
E IDENTIFICACIÓN  
DE LOS PUNTOS POTENCIALES

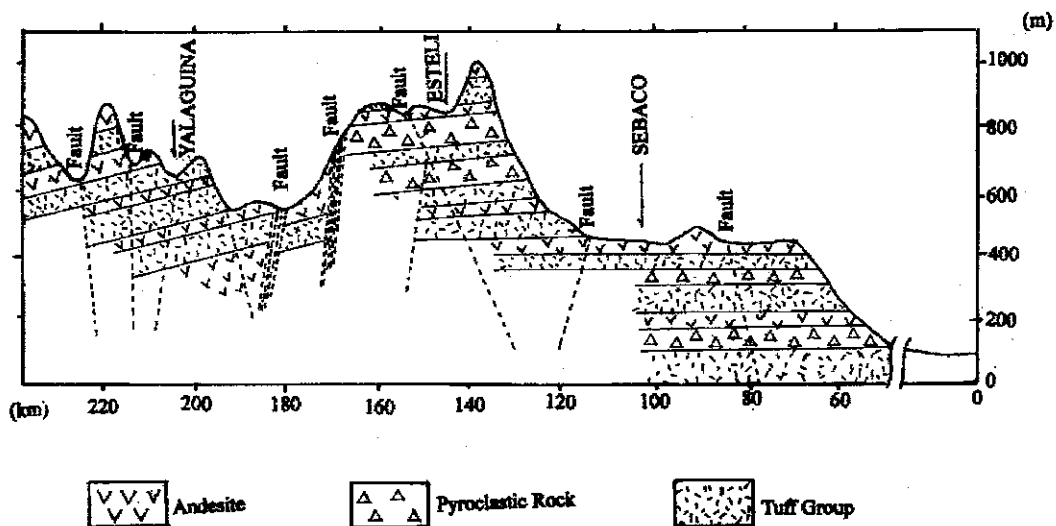


## CAPITULO 5 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS POTENCIALES

### 5.1 NIC.1

#### 5.1.1 Características geológicas

Rocas volcánicas de la Era Terciaria (hace 25 millones de años) están ampliamente distribuidas en toda NIC.1, desde San Benito. Estas rocas volcánicas pertenecen al Grupo Coyol y surgieron alternativamente de flujos de lava andesítica y cenizas volcánicas, y luego las cenizas volcánicas formaron masas sólidas y se convirtieron en rocas madres, que reciben el nombre de tobas. Esta historia de erupciones perduró largo tiempo y flujos similares de lavas y tobas se fueron distribuyendo repetidamente desde el área de colinas que empieza al oeste de Las Maderas, en NIC.1, y alcanzaron la frontera con Honduras. La Figura 5.1.1 muestra su perfil esquemático.



**Figura 5.1.1 Perfil esquemático de NIC.1**

Rocas piroclásticas de cierto color rojo y tobas están distribuidas y las cimas de las áreas de colinas consisten de flujos de lava andesítica que forman la topografía de la Mesa. La altura de esta área de colinas es de cerca de 350 m, pero en ella permanecen todavía las características topográficas de los derrumbes de rocas terciarias. Y todavía se observan las características topográficas de derrumbes en su lado este, que da a la Carretera Nacional, y al oeste, que se encuentra entre las serranías. Actualmente no se encuentran problemas por la descomposición del cascajo, pero el agua se filtra con facilidad y la topografía de captación de agua permanece. En un sitio que se encuentra a unos 9 Km al norte (empalme de 2953-II y

2953-I en un mapa a escala 1/50000), el agua pluvial fluye a una corriente de montaña que se encuentra a lo largo de la vía, y se ve afectada por la topografía que es peculiar de la planicie de lava. Por lo tanto, los terraplenes son propensos a sufrir daños debidos al agua superficial y a la filtración, y es necesario facilitar el drenaje. En las áreas de captación cercanas al lago, el área de captación de la planicie de lava es mayor que las de la geología pero el lago mismo puede servir como reservorio de ajuste. El área que se encuentra entre Ciudad Darío y Sébaco también es una planicie de lava en que se encuentra andesita meteorizada dispersa en forma de cascajos. En algunos sitios también se distribuyen gravas redondas, de manera que existen depósitos aluviales leves. No existe topografía que forme suelos suaves; más bien se meteoriza la superficie del flujo de lava y sólo las malezas habitan el área (pastizales), puesto que no hay suelo. La sección de 13 kilómetros que se encuentra entre Sébaco y San Isidro es el borde la planicie de lava con topografía de mesa, y el agua fluye fácilmente. La vía pasa a lo largo del barranco escarpado de la parte inferior de la planicie de lava con topografía de Mesa a partir de San Isidro, de manera que al sur de la vía continúan los pequeños valles primarios. Colapsos ligeros se han producido en las zonas meteorizadas de las rocas piroclásticas y tobas. No se encontraron problemas geológicos en el tramo de 17 kilómetros que va de Estelí a Santa Adelaida, que se encuentra en la planicie de lava, pero hay un corte largo a medida que se asciende en la planicie de lava desde Santa Adelaida. La mayor parte está compuesta de capas alternas de lava andesítica y toba, pero se encuentran fallas pequeñas, rocas piroclásticas o zonas meteorizadas de tobas, y por tanto se observa la caída de rocas pequeñas debido a su aflojamiento tras los cortes. Entretanto, los valles que se encuentran a alrededor de 170 kilómetros son complicados, y se componen de un amplio sistema de corrientes, que incluye valles terciarios, pues la topografía es la peculiar de la planicie de lava y actualmente se llevan a cabo obras de construcción para evitar que el agua fluya fácilmente. Entre Condega y Yalagüina se distribuye sobre todo toba meteorizada. La zona meteorizada se ha desarrollado irregularmente en el lado de pendiente y es propensa a exfoliación de la roca madre no permeable cuando llueve. Parece haber muchas fallas en dirección noreste-sudoeste en el tramo que va de Yalagüina a la frontera con Honduras. Como pendiente típica, la toba de la pendiente bajo construcción que se encuentra a 7.9 kilómetros de Yalagüina está cloritizada y ha sido afectada por actividades de fallas y por metamorfismo térmico, y se ha vuelto arcillosa. Por lo tanto, se observa un considerable desplazamiento en la pendiente.

### 5.1.2 Condiciones de Corte y Talud de Terraplen

El estudio de estabilidad de la pendiente se describió en el capítulo anterior, pues sus factores están estrechamente relacionados con la topografía y la geología. La evaluación de cada

sitio también se discute en los capítulos 5.1.4 y 5.1.4, de manera que en esta sección se manifestarán las principales características del sitio (la distancia se ha calculado desde Managua):

- 1) Sitio a 60 kilómetros: La vía estaba muy desplazada porque el terraplén se encontraba en le talud aguda del valle montañoso, y los dispositivos de drenaje de la superficie de la vía eran insuficientes.
- 2) En el tramo que se encuentra a 17 kilómetros de San Isidro (unos 120 Km), se presentó un pequeño colapso de las zonas meteorizadas de las tobas del valle primario, en 9 sitios del barranco escarpado de la planicie..
- 3) En la sección que se encuentra a 13 kilómetros de Santa Adelaida (a unos 160 kilómetros), la pendiente también corresponde al barranco escarpado de la planicie, como en la sección precedente. Por lo tanto, algunas partes de la misma tienen un sistema complicado de corrientes de valle terciario y de valle primario, y se están llevando a cabo obras de construcción para refuerzo. La meteorización se observa en la pendiente, a causa del aflojamiento de rocas posterior a la construcción.

Se encontraron muchas fallas desde Yalagüina hasta la frontera con Honduras; es particularmente notable el desplazamiento de la pendiente que se encuentra a 7.9 kilómetros de Yalagüina.

### 5.1.3 Condiciones de los Puentes

#### 1) Generalidades

La distancia de San Benito a El Espino en la NIC.1 es de unos 230 Km, y la NIC.1 pasa por los Departamentos de Managua, Matagalpa, Estelí y Madriz. El MTI está preparando una lista de los puentes que se encuentran en esta sección, a manera de un inventario de puentes que muestra el número de estación, su nombre, sus condiciones actuales, longitud, anchura total, anchura efectiva, claro, altura, tipo, carga de diseño y antigüedad (que se muestra en la Tabla 5.1.1).

Realizamos un reconocimiento de todos los sitios y confirmamos que las ubicaciones no fueran diferentes de las que aparecen en el Inventario de Puentes.

Como resultado de ello, en la NIC.1 existen veinticinco (25) puentes objeto.

**Tabla 5.1.1 Inventario de puentes para la NIC.1**

No.	CADENAJE PKM	NOMBRE DEL TRAMO	NOMBRE	ESTADO ACTUAL	LONG. (MTS.)	DIMENSIONES (MTS)				TIPO
						RODAM.	BARANDA	ALTOS	CLAROS	
1	35+190	Emp. San Benito - La Trinidad	Los Novios	BUENO	6.70	9.70	10.30	5.60	4.50	CONC.
2	39+866	Emp. San Benito - La Trinidad	La Estatua	BUENO	8.70	9.70	10.30	7.50	4.40	CONC.
3	40+960	Emp. San Benito - La Trinidad	Qda. Honda	BUENO	7.00	9.70	10.30	5.00	5.50	CONC.
4	42+433	Emp. San Benito - La Trinidad	El Matadero	BUENO	14.30	9.70	10.30	13.50	5.30	CONC.
5	50+480	Emp. San Benito - La Trinidad	Las Maderas	BUENO	53.50	7.90	10.90	47.50	7.60	CONC.
6	84+430	Emp. San Benito - La Trinidad	El Venado	BUENO	72.50	9.70	10.20	19+29+19	16.00	CONC.
7	87+437	Emp. San Benito - La Trinidad	Qda. La Chingastosa	BUENO	21.00	9.70	10.30	19.50	8.20	CONC.
8	103+640	Emp. San Benito - La Trinidad	Sébaco	BUENO	52.00	7.90	13.00	38.00	7.00	CONC.
9	107+992	Emp. San Benito - La Trinidad	Zajón Negro	BUENO	21.70	7.40	8.60	20.70	4.60	MIXTO
10	108+980	Emp. San Benito - La Trinidad	Río Viejo	BUENO	99.00	7.40	8.60	26.8+(3)22.6	16.00	MIXTO
11	113+190	Emp. San Benito - La Trinidad	Zanjón Blanco	BUENO	29.30	7.30	8.60	9+9+9	3.60	CONC.
12	125+220	Emp. San Benito - La Trinidad	La Trinidad	BUENO	63.80	7.40	8.60	18.7+23.4+18.7	7.00	MIXTO
13	135+640	La Trinidad - Estelí	San Nicolas	BUENO	18.60	7.30	8.60	17.60	7.70	MIXTO
14	135+860	La Trinidad - Estelí	El Hatillo	BUENO	15.50	7.30	8.60	14.50	5.50	CONC.
15	150+330	Estelí - Emp. Yalaquína	Las Chanillas (R.Estelí)	BUENO	62.00	7.30	8.60	17.8+24+17.8	7.00	MIXTO
16	150+925	Estelí - Emp. Yalaquína	El Rastro	BUENO	19.00	7.30	8.60	18.00	6.00	CONC.
17	151+850	Estelí - Emp. Yalaquína	San Ramón	BUENO	15.50	7.30	8.00	13.80	4.60	CONC.
18	158+650	Estelí - Emp. Yalaquína	La Sirena	BUENO	54.00	7.30	8.60	14.4+21.8+14.4	15.00	MIXTO
19	159+470	Estelí - Emp. Yalaquína	Río El Tular	BUENO	56.00	7.30	8.60	14.5+20.8+14.5*	10.50	CONC.
20	184+670	Estelí - Emp. Yalaquína	Condega (Río Pire)	BUENO	63.60	7.30	8.60	18.6+23.4+18.6	7.00	MIXTO
21	191+680	Estelí - Emp. Yalaquína	Ducual(Río Pueblo Nuevo)	BUENO	82.00	7.30	9.40	19.3+39.3+19.3	8.50	MIXTO
22	192+033	Estelí - Emp. Yalaquína	Qda. Ducual	BUENO	7.45	7.30	8.60	6.50	4.70	CONC.
23	203+238	Estelí - Emp. Yalaquína	Los Encuentros	BUENO	40.60	6.90	8.80	39.00	7.50	CONC.
24	226+890	Somoto - El Espino	Río Inafí	Bueno	64	7.2	8.6	19+24+19	7	MIXTO
25	233+245	Somoto - El Espino	Río Tapacalí	Bueno	109	7.2	8.6	17.8+21.3+26.7 -21.3+17.8	9.5	MIXTO

Según las condiciones del terreno y el clima, etcétera, NIC.1 puede clasificarse en la forma que se muestra en la Tabla 5.1.2



**Tabla 5.1.2 Condiciones naturales de NIC.1**

Section (Department)	The lay of the land	Elevation	Temperature (°C)	Precipitation (mm)	Bridge name	River name
San Benito ~ Las Maderas (Managua)	Low land	30m ~ 100m	27.5	700 ~ 1200	Los Novios La Estatua Qda.Honda El Matadero Las Maderas	(Managua lake)
Las Madoras ~ Sebaco (Matagalpa)	Mountain	400m ~ 600m	27.5 ~ 25.6	500 ~ 1000	El Venado Qda.LaChing Sebaco	Grande de Matagalpa
Sebaco ~ La Trinidad (Matagalpa)	Basin	600m	25.6	500 ~ 1700	Zajón Negro Río Viejo Zanj ó n	Río Viejo
La Trinidad ~ Esteli (Esteli)	Mountain	600m ~ 800m	25.6 ~ ~ 21.4	800 ~ 1500	La Trinidad El Hato El Hatillo	La Trinidad (Río Viejo)
Esteli (Esteli)	Basin	600m ~ 800m	21.4	800 ~ 1500	Las (R.Esteli) El Rastro San Ramón	Río Esteli (RíoCoco)
Esteli ~ Yalaguina (Esteli)	Mountain	700m ~ 800m	21.4 ~ 24.2	500 ~ 1300	La Sirena Río El Tular Condega (R Ducualí (Río Pueblo Qda. Ducual Los	(RíoCoco)
Yalaguina ~ El Espino (Madriz)	Mountain land	700m	24.2	700 ~ 1500	Río Inalí RíoTapacalí	(Río Coco)

**2) Historial de desastres previos en NIC.1**

De acuerdo al informe sobre la situación que produjo el huracán Mitch, los puentes que se encuentran entre Estelí y El Espino sufrieron grandes daños. Fueron destruidos especialmente los puentes de Ducualí y Los Encuentros, de manera que se les reconstruyó en el año 2000. En cuanto a los demás puentes de esta sección, muchos daños de consideración se dieron en el revestimiento del frente del estribo, alrededor de los pilares y en el camino de acceso. Tanto los puentes de Las Maderas como el de Sébaco se habían concluido el año anterior al del huracán Mitch, 1998, y sin embargo no se observaron daños en ellos.

Y en cuanto al otro gran desastre que afectó a la NIC.1, el terremoto que se produjo en Managua el 23 de diciembre de 1972, de acuerdo al informe al respecto que escribió el Instituto Estadounidense del Acero el único efecto observado fue un asentamiento menor de

los terraplenes de acceso.

### 3) Condiciones de los puentes

Según el Inventario, todos los puentes que se encuentran en la NIC.1, que es la carretera más importante de Nicaragua puesto que es parte de la Carretera Panamericana, ya se habían construido para mediados del siglo XX, sin contar los cuatro puentes nuevos en Las Maderas, Sébaco, Ducualí y Los Encuentros; y la longitud de los puentes es de más de quince metros, sin contar cuatro puentes que se encuentran cerca de Managua. En cuanto a los puentes de Las Maderas y Sébaco, los puentes nuevos se construyeron en 1997 con cooperación japonesa como puentes de un solo tramo, porque los que existían eran demasiado obsoletos. Asimismo, los puentes de Ducualí y Los Encuentros, que fueron destruidos por el huracán Mitch, fueron reconstruidos con ayuda del BCIE. El nuevo puente de Ducualí es de tres tramos, con estructura rígida de pilares, mientras que el de Los Encuentros es de un solo tramo (Foto 5.1.4). Además, situaciones como las siguientes se observaron en otros puentes:

- i) Distancia mínima entre el estribo y el pilar, o bien el pilar es corto
- ii) El estribo sobresale hacia el río
- iii) La sección del río está cortada por el puente

El MTI suministró al equipo de estudio algunos planos relativos a los puentes de Zanjón Blanco, La Sirena, Condega, Ducualí y Los Encuentros. Y los revisamos para conocer la relación de bloqueo del río, y como resultado de lo mismo confirmamos que ésta es de entre cinco y siete por ciento (5-7%)

En cuanto a la situación de los lechos de los ríos, en las tierras bajas cercanas a Managua y en las áreas de las cuencas de Sébaco y Estelí los lechos de los ríos consisten de suelos o arenas, y la pendiente es gradual. Pero en las regiones montañosas, de Las Maderas a Sébaco, de La Trinidad a Estelí, y de Estelí a El Espino los lechos de los ríos consisten de grava mezclada con piedra bolón, y las pendientes de los lechos de los ríos son abruptas.

En cuanto al arrastre del lecho del río, en las planicies cercanas a Managua y la periferia de Sébaco no confirmamos factores importantes de inestabilidad de los lechos de los ríos, ni señales de arrastre fuerte. Pero sí confirmamos algunos factores importantes de inestabilidad o señales de fuerte arrastre en las regiones montañosas de Estelí hacia el norte. Por lo tanto, es muy fácil ver que el huracán Mitch produjo daños serios en esa área. Y el trabajo de construcción y reparación de los daños del Mitch ya se llevaron a cabo, sin algunos puentes. Sin embargo, confirmamos daños al revestimiento del puente del río Tapacalí y señales de fuerte arrastre en el de San Nicolás, y en el levantamiento de campo encontramos indicaciones de arrastre alrededor de los pilares y algunos daños por erosión en las paredes del guardatierra.

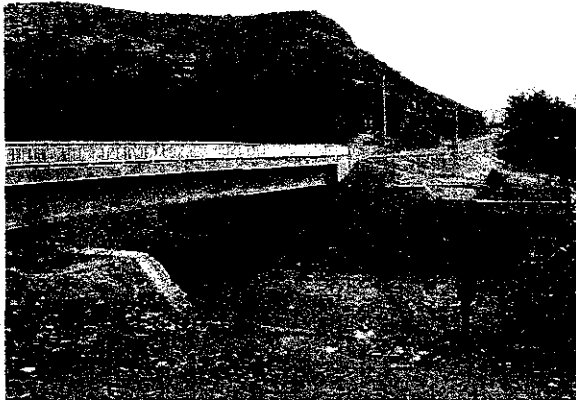


Foto 5.1.1. Puente de Las Maderas

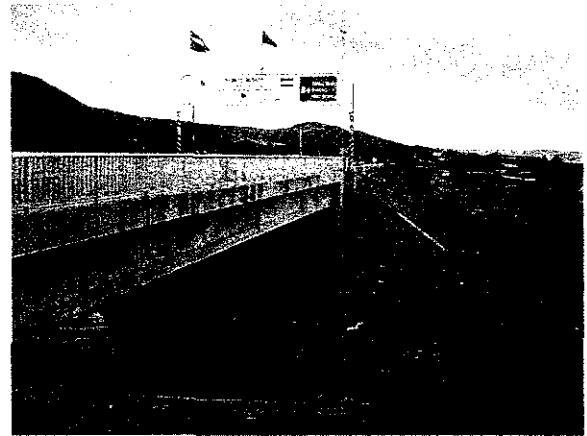


Foto 5.1.2. Puente de Sébaco



Foto 5.1.3. Puente de Ducualí

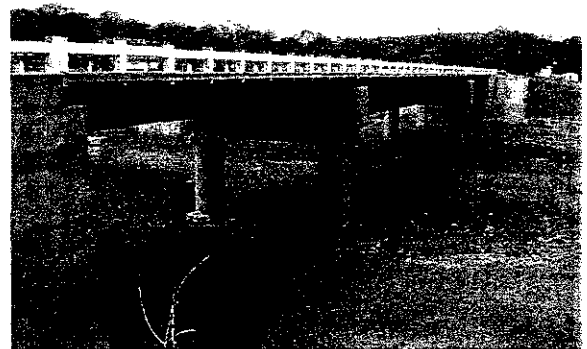


Foto 5.1.4. Puente de Los Encuentros



Foto 5.1.5. Puente de San Nicolás



Foto 5.1.6. Puente sobre el río Tapacalí

### 5.1.4 Evaluación de los Resultados de las Coberturas

#### 1) Resultados de la inspección de talud del estudio

NIC.1 atraviesa áreas montañosas tras cruzar el poblado de San Benito y la sección entre Estelí y el pueblo fronterizo de El Espino. En ella se identificó un número de treinta y seis sitios de inspección, que son los siguientes:

#### 2) Resultados de la inspección de puentes del estudio

Los puentes de Las Maderas, Sébaco y Los Encuentros son puentes de un solo tramo y sin pilares, y cuentan con buen revestimiento alrededor de los estribos. Por lo tanto, los excluimos del objeto del estudio y solo confirmamos la situación del sitio.

Existen otros cinco (5) puentes en la NIC.1 cuya longitud es inferior a quince (15) metros. Sin embargo, los nombramos para los fines del estudio, tras confirmar sus condiciones, por las razones que siguen:

- i) El río es natural y no debe controlarse
- ii) Se trata de puentes muy antiguos, y la profundidad de las fundaciones del estribo no pudo identificarse
- iii) Se observaron daños por erosión en los guardatierras

Como resultado de esto, se investigó la estabilidad del lecho de los ríos y el revestimiento y las características de la subestructura de veintidós (22) puentes.

### 5.1.5 Identificación de Puntos Potenciales de Desastres

#### 1) Taludes

Basándonos en el indicador que se introdujo en este estudio, los sitios de posible desastre se identifican en los lugares donde la puntuación del estudio de estabilidad excede los sesenta puntos.

##### a) Caída de rocas

De los 13 sitios en que la inspección identificó caídas de rocas, 10 fueron identificados como sitios de posible desastre, con más de 60 puntos en el estudio de estabilidad.

##### b) Colapso de rocas

De los 23 sitios en que la inspección identificó colapsos de rocas, 14 fueron identificados como sitios de posible desastre por colapso de rocas.

**NIC.1 Tabla 5.1.3 Sitios de posible desastre identificados en NIC.1**

No.	Distancia desde Managua (km)	No. de Serie	Tipo de desastres	Longitud (m)	Alutura (m)	Ángulo (Grado)	Puntaje	Sito Potencial de Desastres
1	50.0	30	R.F.	230	64	43°	61	
2	52.4		R.F.				59	
3	54.0		R.C.				54	
4	55.7		R.F.				57	
5	57.4		R.C.				57	
6	59.3		R.C.				59	
7	60.5		R.C.				45	
8	60.9	29	R.F.	890	24	56°	70	*
9	71.6		R.C.				42	
10	73.2	28	R.F.	350	8	40°	78	*
11	84.0		R.C.				50	
12	129.1		R.C.				42	
13	142.7	27	R.C.	370	50	63°	68	*
14	157.0	26	R.C.	110	12	63°	68	*
15	167.2	25	R.C.	280	8	66°	55	*
16	168.4	24	R.F.	600	30	66°	84	*
17	168.6	23	R.C.	280	30	70°	72	*
18	169.0	22	R.F.	120	50	70°	69	*
19	169.8	20	R.C.	200	28	60°	72	*
20	170.7	19	R.C.	440	64	60°	72	*
21	171.3	17	R.C.	460	30	63°	78	*
22	173.9	16	R.F.	500	30	43°	67	*
23	175.0	15	R.C.	130	15	60°	76	*
24	176.2	12	R.C.	360	40	60°	74	*
25	178.7	11	R.F.	240	28	60°	76	*
26	183.5		R.F.				39	
27	184.3		R.C.				47	
28	187.3	10	R.C.	220	10	60°	73	*
29	195.8	8	R.C.	120	8	60°	68	*
30	204.7	7	R.C.	120	16	63°	73	*
31	206.4		R.C.				56	
32	214.7	5	R.F.	110	12	43°	70	*
33	231.9	4	R.C.	400	50	60°	66	*
34	232.5	3	R.C.	200	50	60°	75	*
35	233.7	2	R.F.	230	28	50°	73	*
36	235.6	1	R.F.	145	9	80°	73	*

R.F. : Rock Fall  
(Caida de Roca)  
R.C. : Rock Callaping  
(Colaposode Roca)

S.S. : Slop slide  
(Deslizamiento de Talud)  
D.F. : Debris Flow  
(Alud de Fango)

2) Puentes

Como resultado de la inspección de sitios que se muestra en la Tabla 5.1.4 evaluamos once (11) puentes como posibles sitios de desastre, que se muestran en la Tabla 5.1.5 tomando en consideración los siguientes asuntos:

- i) Evaluación de la estabilidad del lecho del río y el revestimiento
- ii) Presencia de daños por arrastre, etcétera
- iii) Posición y forma de la subestructura

Llevamos a cabo un levantamiento simple de mediciones, así como uno de estabilidad, cuyos resultados presentamos en la Tabla sobre Resultados de la Inspección y la Tabla de Registros por Sitio de Inspección.

Tabla 5.1.4 Resultados del estudio de campo

No.	CADENAJE PKM	NOMBRE	LONG. (MTS.)	DIMENSIONES (MTS)	AÑO DE CONST.	Estabilidad de los Estribos (F)	Estabilidad de la Pila (H)	Observaciones
				ALTOS				
1	35+190	Los Novios	6.70	5.60	1938	50	0	
2	39+868	La Estatua	8.70	7.50	1938	50	0	
3	40+960	Qda. Honda	7.00	5.00	1938	45	0	
4	42+433	El Matadero	14.30	13.50	1938	35	0	
5	84+430	El Venado	72.50	19+29+19	1973	30	25	
6	87+437	Qda. La Chingastosa	21.00	19.50	1973	30	0	
7	107+992	Zajón Negro	21.70	20.70	1957	20	0	
8	108+980	Río Viejo	99.00	26.8+(3)22.6	1953	55	55	
9	113+190	Zanjón Blanco	29.30	9+9+9	1956	75	80	
10	125+220	La Trinidad	63.80	18.7+23.4+18.7	1957	70	60	
11	135+640	San Nicolas	18.60	17.60	1957	45	0	scouring
12	135+860	El Hatillo	15.50	14.50	1957	30	0	scouring
13	150+330	Las Chanillas (R.Esteli)	62.00	17.8+24+17.8	1958	70	60	
14	150+925	El Rastro	19.00	18.00	1957	30	0	
15	151+850	San Ramón	15.50	13.80	1957	30	0	scouring
16	158+650	La Sirena	54.00	14.4+21.8+14.4	1956	60	65	
17	159+470	Río El Tular	56.00	14.5+20.8+14.5*	1956	80	85	
18	184+670	Condega (Río Pire)	63.60	18.6+23.4+18.6	1954	70	60	
19	191+680	Ducuali(Río Pueblo Nuev	82.00	19.3+39.3+19.3	2000	45	50	The abutment in the river and Pire is rigid frame
20	192+033	Qda. Ducuali	7.45	6.50	1954	60	0	
21	226+890	Río Inali	64	19+24+19	1954	90	100	
22	233+245	Río Tapacalí	109	17.8+21.3+26.7 +21.3+17.8	1954	75	70	

Tabla 5.1.5 Puntos Potenciales de Deastres

No.	CADENAJE PKM	NOMBRE	LONG. (MTS.)	DIMENSIONES (MTS) ALTOS	AÑO DE CONST.	Estribo		Pila		Evaluación Total
						Estabilidad (F)	transformación(D)	Estabilidad (H)	transformación(D)	
1	113+190	Zanjón Blanco	29.30	9+9+9	1956	75	70	80	90	90
2	125+220	La Trinidad	63.80	18.7+23.4+18.7	1957	70	30	60	50	70
3	135+640	San Nicolas	18.60	17.60	1957	45	100	0	0	100
4	135+860	El Hatillo	15.50	14.50	1957	30	70	0	0	70
5	150+930	Las Chanillas (R.Estef)	62.00	17.8+24+17.8	1958	70	70	60	90	90
6	151+850	San Ramón	15.50	13.80	1957	30	100	0	0	100
7	159+470	Río El Tular	56.00	14.5+20.8+14.5*	1956	80	30	85	50	85
8	184+670	Condega (Río Pire)	63.60	18.6+23.4+18.6	1954	70	30	60	20	70
9	191+680	Ducualí(Río Pueblo Nuev	82.00	19.3+39.3+19.3	2000	45	30	50	50	50
10	226+890	Río Inalí	64	19+24+19	1954	90	50	100	50	100
11	233+245	Río Tapacalí	109	17.8+21.3+26.7 +21.3+17.8	1954	75	100	70	90	100

5.2 NIC.3

5.2.1 Características geológicas

La geología de NIC.3 pertenece básicamente al Grupo Coyol de la Era Terciaria, a semejanza de NIC.1. Pero la fase rocosa es notablemente diferente. Las mayores diferencias estriban en el grado de meteorización, pues las tobas se están convirtiendo en suelo y el flujo de lava andesítica se ha convertido en un bloque y sus fisuras están abiertas. Se observa que caen rocas por aquí y allá en el talud, pero no demasiadas. Una de las razones es que el colapso del talud que se produjo en el tiempo del huracán Mitch todavía no se ha rehabilitado. Pero existe un método para investigar la solidez de otras pendientes similares prediciendo el grosor de la meteorización de la arena fina, la forma del deslizamiento circular y C y Ø de la zona meteorizada. Sin embargo, el grosor y el alcance de la meteorización son variados, y muchos ejemplos son de escaso espesor, así que los casos aplicables son limitados. La Figura 5.2.1 muestra el perfil esquemático de NIC.3.

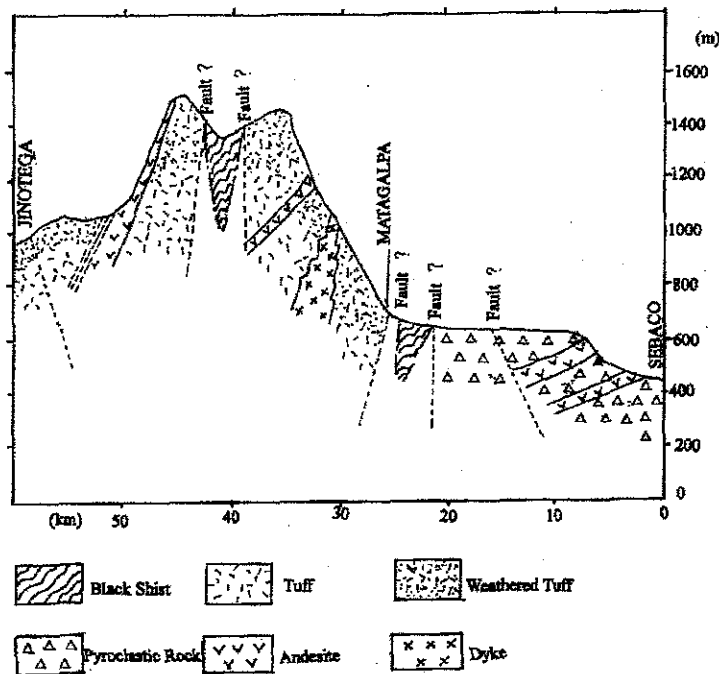


Figura 5.2.1 Perfil esquemático de NIC.3

En un punto que se encuentra a unos 3.9 kilómetros de Sébaco, el flujo de lava andesítica se ha vuelto arcilloso y se han abierto fisuras, de manera que muchas rocas han caído de las partes superiores. Esta meteorización es una de las características especiales de NIC.3, y tobas gruesas se encuentran desde ese punto hasta unos 20 kilómetros más allá. La toba es de varias formas y presenta una meteorización profunda, y por lo tanto se reconoce un



barranco convexo allí donde el talud colapsó. Justo afuera de Matagalpa se halla ampelita, y la meteorización de esta roca madre es rápida, de manera que los desprendimientos y la caída de rocas continuarán. Aunque no está conectada directamente con NIC.3, hay deslizamientos (con flujos de lava como roca superior) en la planicie de la Mesa al sur de Matagalpa, y se han producido derrumbes de tobas en la zona meteorizada. También parecen ser rastros del Mitch, pero la toba se extiende hacia el norte y también se observa una topografía de derrumbes livianos en algunos sitios que dan a NIC.3. Se incluye en esto un derrumbe en la vía a unos 6 kilómetros al norte de Matagalpa. Se predice que la superficie montañosa que se encuentra a unos 40 kilómetros de Sébaco, donde se presentó una avenida repentina, habrá de colapsar muy pronto, y por tanto es necesario un trabajo de prevención en las pendientes de la montaña, junto con obras de rehabilitación de la vía que fue lavada por el flujo de cascajo. Esquistos negros se distribuyen en los sitios tras unos 40 kilómetros, pero no hay certeza de si las rocas duras llegaron allí por la falla o si la fundación del suelo apareció por casualidad. En el caso de NIC.3, la parte en problemas es el sitio en que se dio el colapso de capas de tobas meteorizadas distribuidas en el barranco escarpado, bajo una cubierta de rocas.

### 5.2.2 Condiciones de Corte y Talud de Terraplen

Como se indicó en el capítulo precedente los problemas se han clasificado desde el punto de vista de los factores:

- i) Las tobas y el flujo de lava andesítica están notablemente meteorizados a todo lo largo de la vía. Los daños del Mitch todavía no se han reparado.
- ii) Se encuentra una topografía que permite derrumbes pequeños, puesto que la toba que produce derrumbes al sur de Matagalpa se extiende también hacia el norte.
- iii) En Jinotega, a 27 Km. de un punto que se encuentra a 2 kilómetros de Matagalpa, hay muchos problemas, como el deslizamiento de la zona meteorizada en la pendiente y el posible colapso del terraplén. Cada uno de los tramos será objeto de un análisis en las secciones que siguen.

### 5.2.3 Condiciones de los puentes

#### 1) Generalidades

La sección objeto de la NIC.3 es la que se extiende de Sébaco a Jinotega y se encuentra en el área montañosa, con elevaciones de entre 500 y 700 metros. La temperatura media anual para esta sección es de 20°C, y la precipitación anual oscila de 1,000 a 2,000 mm.

El MTI ha preparado una lista de los puentes de esta sección, titulada "Inventario de Puentes de NIC.3", que muestra el número de la estación, su nombre, sus condiciones actuales, longitud, anchura total, anchura efectiva, claro, altura, tipo, carga de diseño y antigüedad (que se muestra en la Tabla 5.2.2).

Realizamos un reconocimiento de todos los sitios y confirmamos que las ubicaciones no fueran diferentes de las que aparecen en el Inventario de Puentes.

Como resultado, encontramos que el Puente de El Guayacán no estaba incluido en el inventario, y juzgamos que el puente debía ser objeto de estudio. Por lo tanto, en NIC.3 hay tres (3) puentes objeto, que figuran en la lista que sigue.

Estos puentes se encuentran en la sección de NIC.3 que va de Sébaco a Matagalpa:

- i) Puente de El Guayacán (que cruza sobre El Coyotepe)
- ii) Puente de Los Cocos (que cruza sobre La Tijerina)
- iii) Puente de Waswalí (que cruza el Waswalí, afluente del Grande de Matagalpa)

## 2) Historial de desastres previos

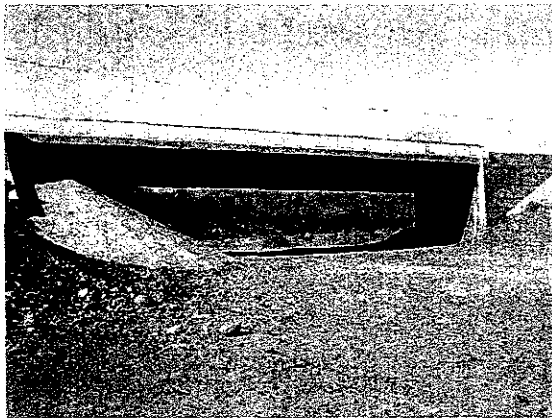
La totalidad de NIC.3 sufrió grandes daños a consecuencia del huracán Mitch, en 1998. En el puente de mayor tamaño fallaron los terraplenes del camino de acceso. Y las alcantarillas fallaron incluso en el puente de El Guayacán. Asimismo, de acuerdo a los resultados de la investigación, las inundaciones eran frecuentes en las cercanías del puente de El Guayacán incluso antes de la ocurrencia del huracán Mitch.

## 3) Condiciones de los puentes

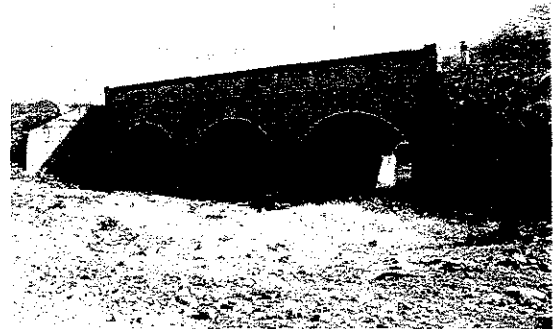
El puente de Waswalí, que aparece en la foto 5.2.1, se reconstruyó en 2001 con ayuda de Japón. Los demás puentes se construyeron en la década de 1940.

El puente de El Guayacán es un puente arqueado de veinte (20) metros, con tres (3) tramos, cuya longitud es de unos cinco (5) metros; cuenta con guardatierras muy pequeños. De manera que la relación de bloqueo es mayor de 7%, y la altura libre por debajo de las vigas es menor de cuatro metros. Un guardatierra y un terraplén de acceso fueron destruidos por un asentamiento diferencial del estribo A2 (como se muestra en las Fotos 5.2.2 y 5.2.3).

El puente de Los Cocos tiene siete (7) metros de longitud y un solo tramo, con protección del lecho del río (que se muestra en la Foto 5.2.4). Por lo tanto no encontramos ninguna señal de arrastre, y sin embargo hay muchos problemas relativos al perfil y al talud del río.



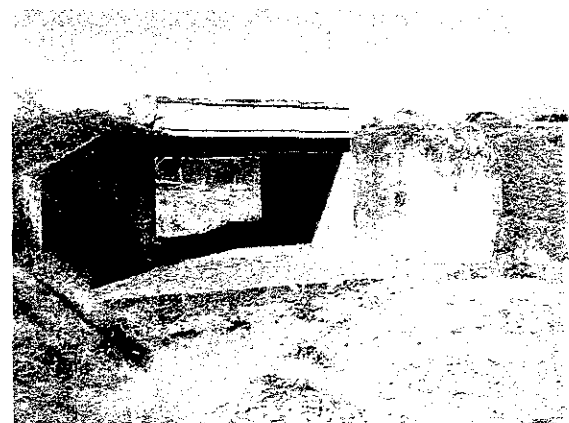
**Foto 5.2.1 Puente de Waswalí**



**Foto 5.2.2 Puente de El Guayacán  
(Aguas arriba)**



**Foto 5.2.3 Puente de El Guayacán  
(Aguas abajo)**



**Foto 5.2.4 Puente de Los Cocos  
(Aguas abajo)**

#### **5.2.4. Evaluación de los Resultados de las Coberturas**

Casi toda la extensión de NIC.3 se encuentra dentro de áreas montañosas o escarpadas, con secciones de corte y terraplenado. En NIC.3 se identificó un número total de 40 sitios, según las precondiciones que se introdujeron al procedimiento de inspección de caída y colapso de rocas, deslizamientos en pendiente y paso de cascajo.

##### **a) Caída de rocas**

En NIC.3 existe un total de 20 sitios identificados como de caída de rocas, que componen cerca de la mitad de los sitios identificados en la inspección. El estudio de estabilidad se condujo en 20 sitios, que se muestran en la Tabla 5.2.1.

**b) Colapso de rocas**

Se seleccionaron 15 sitios de colapso de rocas durante la inspección, y el estudio de estabilidad se condujo en todos ellos, como se muestra en la Tabla 5.2.1.

**c) Deslizamientos en taludes**

4 sitios de deslizamiento en taludes fueron seleccionados durante la inspección, y el estudio de estabilidad se llevó a cabo en todos ellos, según se muestra en la Tabla 5.2.1.

**d) Alud de Fango**

Se identificó el alud de fango a muy gran escala en un sitio (a 35 kilómetros de Sébaco) durante la inspección, y en él se condujo el estudio de estabilidad, como se muestra en la Tabla 5.2.2.

**2) Resultados de la inspección de puentes del estudio**

El puente de Waswalí es de un solo tramo, sin pilares, y cuenta con buen revestimiento alrededor de su estribo. Por lo tanto, lo excluimos del objeto del estudio, y sólo confirmamos la situación del sitio. El puente de Los Cocos tiene una longitud inferior a los quince (15) metros. Sin embargo, lo consideramos dentro del objeto del estudio, tras confirmar su situación, por las siguientes razones:

- i) El río está en su estado natural y no está controlado
- ii) Es un puente muy antiguo, y no pudo identificarse la profundidad de las fundaciones del estribo
- iii) Se observaron daños por erosión en el guardatierra.

Como resultado de eso, se investigó la estabilidad de los lechos de los ríos y las características de la subestructura de dos (2) puentes, los de Los Cocos y El Guayacán.

Tabla 5.2.1 Posibles sitios de desastre identificados en NIC.3

NIC.3

No.	Distancia desde Managua (km)	No. de Serie	Tipo de desastres	Longitud (m)	Alutura (m)	Angulo (Grado)	Puntaje	Sito Potencial de Desastres
1	3.9	42	R.C.	130	13	55°	74	*
2	5.4	41	R.C.	60	15		57	
3	6.9	40	R.C.	170	20	46°	72	*
4	7.4	37	R.C.	90	20	48°	80	*
5	7.8	36	R.F.	93	23	46°	61	*
6	8.3	35	R.C.	60	15		74	
7	9.3	34	R.C.	90	20+20		42	
8	9.6	33	R.C.	30	7+20		42	
9	22.1	32	R.C.	150	14	76°	74	*
10	23.5	31	R.C.	170	13	55°	69	*
11	24.8	30	R.C.	55	12	53°	64	*
12	26	29	R.C.	220	20	51°	69	*
13	26.8	28	R.F.	50	12+20		54	
14	27.3	27	R.F.	80	7+20		54	
15	28.8	26	R.C.	60	10		59	
16	30.8	25	R.F.	140	23	40°	62	*
17	32.7	24	R.C.	110	14	57°	70	*
18	32.9	23	S.S.	180	26	40°	73	*
19	33.8	22	R.F.	80	15	37°	64	*
20	34	21	R.F.	50	15		53	
21	34.4	20	R.F.	68	12	43°	69	*
22	34.8	19	R.F.	55	15	48°	67	*
23	35	18	R.F.	125	21	49°	61	*
24	35.2	17	D.F.	150	30	43°	83	*
25	35.9	16	S.S.	140	26	52°	71	*
26	38.9	15	S.S.	192	30	34°	90	*
27	39.4	14	S.S.	45	9	62°	90	*
28	39.8	13	R.F.	90	30		58	
29	40	12	R.C.	180	28	67°	81	*
30	40.7	11	R.F.	70	25		50	
31	45.9	10	R.F.	50	20		56	
32	49.5	9	R.F.	20	15		46	
33	51.2	8	R.F.	60	12	56°	57	*
34	51.6	7	R.F.	20	15		56	
35	51.9	6	R.F.	40	15		59	
36	54.9	5	R.F.	90	16	50°	63	*
37	55.3	4	R.F.	86	20	64°	63	*
38	55.6	3	R.F.	60	15		56	
39	57.1	2	R.F.	150	10		49	
40	57.5	1	R.C.	90	15		52	

**Tabla 5.2.2 Inventario de puentes de NIC.3**

No.	CADENA DE RKM	NOMBRE DEL TRAMO	NOMBRE	ESTADO ACTUAL	LONG. (MTS.)	DIMENSIONES (MTS.)				TIPO	CARGA DE DISEÑO	AÑO DE CONST.
						RODAM.	BARANDA	ALTOS	CLAROS			
1	122+053	Emp.Sébaco - Matagalpa	Los Cocos	Bueno	7	6.5	6.6	6	3.3	Conc.	HS-15-44	1945
2	123+280	Emp.Sébaco - Matagalpa	Waswall	Regular	44.5	6.1	6.9	24	8	Mixto	HS-15-44	1945

**5.2.5 Identificación de Puntos Potenciales de Desastres**

**1) Taludes**

Sobre la base del indicador que se introdujo en este estudio, los posibles sitios de desastre se identifican en los lugares donde la puntuación del estudio de estabilidad exceda 60 puntos en cuanto a caída o colapso de rocas, deslizamientos en talud y alud de fango.

**a) Caída de rocas**

De los 20 sitios que la inspección identificó como de posible caída de rocas, 9 tuvieron una puntuación de 60 en el estudio de estabilidad, y fueron identificados como posibles sitios de desastre, a espera de evaluación posterior.

**b) Colapso de rocas**

De los 15 sitios que la inspección identificó como de posible colapso de rocas, 9 fueron identificados como posibles sitios de desastre, con la excepción de un punto (a 8.3 kilómetros de Sébaco) en que la puntuación fue de 74 pero hay suficiente espacio a lo largo de la vía para reducir los desastres de colapso de rocas.

**c) Deslizamientos de los taludes**

Los cuatro sitios de deslizamiento en taludes que fueron identificados en la inspección también lo fueron como de posibles sitios de desastre, pues presentaron puntuaciones superiores a 60 puntos en el estudio de estabilidad.

**d) Alud de fango**

Sólo existe un sitio posible de desastre por paso de cascajo, a 35.2 Km de distancia de Sébaco, donde la puntuación del estudio de estabilidad fue de 100 puntos

**2) Puentes.**

Como resultado de la inspección de sitios que se presenta en la Tabla 5.2.2, evaluamos la existencia de posibles sitios de desastre en el puente de El Guayacán, tomando en

consideración los siguientes asuntos:

- i) Evaluación de la estabilidad del lecho del río y del revestimiento
- ii) Presencia de daños en un guardatierra, un terraplén y asentamiento diferencial del estribo A2.
- iii) Posición y forma de la subestructura.

Llevamos a cabo un levantamiento simple de mediciones, así como uno de estabilidad, cuyos resultados presentamos en la Tabla sobre Resultados de la Inspección y la Tabla de Registros por Sitio de Inspección.

**Tabla 5.2.3 Resultados del estudio de campo**

No.	CADENAJE PKM	NOMBRE	LONG. (MTS.)	DIMENSIONES (MTS)	AÑO DE CONST.	Estabilidad del Estribo (F)	Estabilidad de la Pila (H)	Observaciones
				ALTOS				
1	119+050	El Guayacan	17.5	3.3	1945	100	100	aletnes destruidos
2	122+053	Los Cocos	7	3.3	1945	70	0	

5.3 NIC.5

5.3.1 Características geológicas

En la geología de NIC.5 se encuentran en algunos sitios capas sedimentarias hidrogenadas de tobas lodosas y tobas con arenas gruesas, pero básicamente lo que se distribuye amplia y abundantemente es rocas volcánicas de la Era Terciaria. El lugar de falla del talud, en un punto que se encuentra a 24.6 kilómetros de distancia de la gasolinera ESSO de la ciudad de Matagalpa, también cuenta con tobas y andesitas piroclásticas distribuidas.

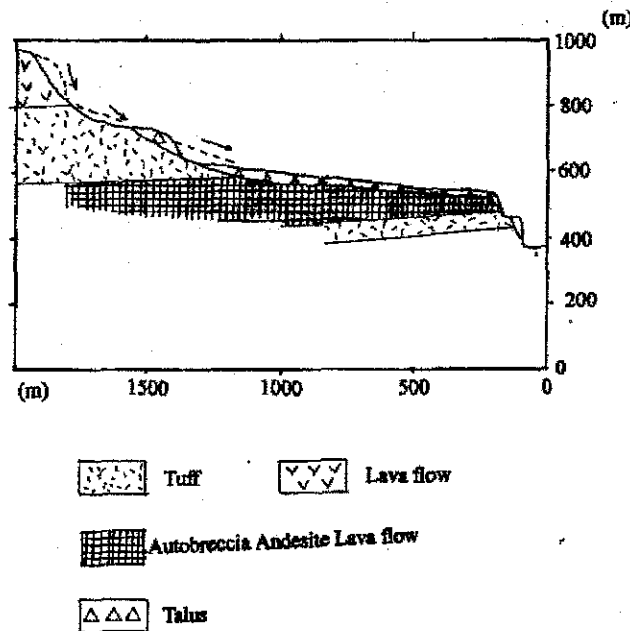


Figura 5.3.1 Perfil esquemático del sitio de colapso en NIC.5

Como se observa en la figura, cabe presumir que el colapso se presentó cuando el área plana de la parte superior del talud se convirtió en una cuenca de captación y el agua se infiltró a los depósitos de denubio y la zona meteorizada de roca madre que se encuentra cerca del límite de estos depósitos, y el flujo de lava piroclástica que apareció por casualidad en el talud fue absorbido. La toba que se encuentra cerca del final del talud y la roca madre del sitio permanecen tal cual fueron, y no se encuentran derrumbes tan profundos como los que se encuentran en NIC.5. Puesto que el ángulo de reposo del suelo colapsado que quedó es de 20 a 30°, cabe presumir que algunas partes del suelo colapsado cayeron sobre las zonas pantanosas que se encontraban sobre la vía, tomando en cuenta las condiciones hídricas del lugar en el momento del colapso. El grosor de los depósitos de denubio es de más de 10 m, incluso en un punto que da vuelta hacia el norte, y topografía claramente colapsada se observa en la montaña que se encuentra sobre el talud. Además, se observan fisuras en el resalto del



talud de NIC.5, en los poblados cercanos a El Tuma, en un punto a 9.8 kilómetros de La Dalia, y por lo tanto deberá verificarse cualquier alteración que se produzca durante las épocas de lluvias.

### 5.3.2 Condiciones de Corte y Talud de Terraplen

El cascajo colapsado consta de depósitos de denubio que contienen masas considerables de rocas meteorizadas y suelo fino. El volumen es grande, y la topografía colapsada de la montaña que se encuentra arriba del talud es su origen. Puesto que se estima que en la cima de la montaña todavía queda un volumen considerable de masa de suelo inestable, deberá investigarse la pendiente del suelo colapsado de la montaña.

La andesita piroclástica está estructurada en un talud de 40° que se opone a la de las rocas subyacentes, pero se ha convertido en piedras finas, y muchas de ellas flotan, cosa que hace que su situación sea inestable. Especialmente la inclinación promedio de la pendiente es tan suave como 45°, y por tanto las rocas caían repetidamente durante la construcción. Parece que el terraplén se construyó mediante cortes escalonados en la pendiente escarpada del río Yasica, pero no es seguro que se haya alterado por la influencia del colapso.

### 5.3.3 Evaluación de los Resultados de las Coberturas

En la inspección de NIC.5 se identificó un lugar donde una gran escala de fallos se detectó en la sección de corte, a 24.6 kilómetros de distancia de la ciudad de Matagalpa.

Después de la inspección, la puntuación del estudio de estabilidad fue de 76 puntos en cuanto a caída de rocas.

### 5.3.4 Identificación de Puntos Potenciales de Desastres

Después de haberse asignado la puntuación del estudio de estabilidad, el lugar fue seleccionado como posible sitio de desastre.

**Tabla 5.3.1 Posibles sitios de desastre identificados en NIC.5**

**NIC.5**

No.	Distancia desde Matagalpa (km)	No. de Serie	Tipo de desastres	Longitud (m)	Alutura (m)	Ángulo (Grado)	Puntaje	Sito Potencial de Desastres
1	24.6	1	R.F	200	87	50°	76	*