

4) Estudio Hidrológico

a) Generalidad

Deberán hacerse investigaciones de velocidad del flujo del puente donde la socavación de los sitios de estudio es efectiva. Como la ejecución de la investigación de velocidad de flujo es arriesgada, se debe considerar la seguridad. No se obtiene suficiente resultado aunque la velocidad de flujo sea investigada, la velocidad de flujo, la cantidad o caudal, etc. serán calculadas por el método racional, etc. a través del análisis hidrológico etc.

A fin de obtener la correlación del flujo entre el puente y el río, se contempla la topografía fluvial tanto de la sección atravesada como la longitudinal del río, lo cual será el base de información para ejecutar el análisis hidrológico.

Además, deberán considerarse el nivel máximo del río y/o el historial de las inundaciones, los cuales serán obtenidos de los datos estadísticas naturales o bien de las informaciones por medio de una entrevista de la zona. En la investigación de la socavación en fundación del puente, será sumamente efectivo registrar los datos visualizados con las fotografías y los dibujos del daño.

b) Investigación de la Velocidad de Flujo

El principal objetivo es obtener el promedio de velocidad en cada sección del río. La velocidad de flujo es medida en la parte de la línea central donde el ancho y la profundidad de un río son constantes. La metodología de la investigación utiliza el método con un flotador superficial y un flotador de palo y el método con un medidor de flujo.



Foto 2.3.3 Estudio de Sitio



Foto 2.3.4 Investigación Detallada de la Velocidad del Río

La velocidad de la superficie es medida a través de flotadores, las velocidades de la superficie son normalmente más rápidas que el promedio de las mismas. La velocidad de flujo será corregida por el coeficiente, correspondiendo a la situación del río.

El movimiento lineal de agua se cambia por el movimiento rotatorio, en cuanto al medidor de flujo, el error es grande en la inundación aunque es el único para medir la velocidad de flujo siguiendo la frecuencia rotatoria.

Hay varias dimensiones que dependen de la profundidad, y el método de observación con el medidor de flujo mide 0.1-0.15m por debajo de la superficie del agua, se asume la velocidad de la superficie, se pone un coeficiente necesario, y se obtiene la velocidad promedio al medirlo por puntos.

La medición se ejecuta en dos o más días, y el resultado que aparezca como promedio o apropiado se adopta. Se recomendará para medirlo en dos diferentes días con un medidor de flujo en la investigación principal.

c) Análisis Hidrológico

La metodología es una combinación aplicada de técnicas de análisis hidrológicos comunes y la simulación ejemplar hidrológica para alcanzar la meta del estudio.

Primeramente, la cuenca se determina usando un mapa topográfico que tenga curvas de nivel. Normalmente se usa el mapa topográfico de 1:50,000.

Después de definir la cuenca, a fin de determinar el estado del valle y/o el río, se consideran la altitud, la característica geográfica, el tiempo de concentración de inundación, la inclinación del río, el coeficiente de escurrimiento, etc.

Es necesario entender suficientemente las características regionales basadas en los datos de INETER.

Para evadir la contradicción extrema de los datos del tiempo y la lluvia entre las estaciones, se utilizará un doble perfil longitudinal, etc. y se analizará.

Será examinado usando el método general establecido para el parámetro.

La lluvia regional de cada cuenca es calculada usando el método de Thiessen o el diagrama del mapa de isohieta.

El cálculo de la lluvia del establecimiento se usa y se calcula un método general (Gumbel, el método analítico de la frecuencia con ultra-valor, etc.).

La cantidad del escurrimiento pico de inundación es calculado usando el método racional en un año diferente del establecido (el periodo del retorno de 25,50 y 100 años).

$$Q_p = 0.278CIA$$

Q_p: Caudal (m³/s)
 0.278 : Coeficiente de Fórmula Racional
 C: Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
 I: Intensidad de lluvia (mm /hora),

Será computarizadas o estimadas las curvas IDF de (intensidad-duración-frecuencia) lluvia para cada periodo del retorno con T_c (tiempo de concentración de inundación).

$$T_c = (L_c^3 / (H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}))^{0.385} \quad (\text{F\acute{o}rmula California})$$

H_{máx}-H_{mín} = (diferencia de elevación en la cuenca)

L_c = Longitud del río

A : Area de cuenca de drenaje (cuenca (km²))

La fase de inundación (establecida en 25 o 50,100 años) etc. se analiza por el cálculo de flujo non-uniforme etc. para el año de probabilidad del flujo de inundación (establecido en 25 o 50,100 años) calculada por el antedicho.

Cuando el terraplén se mantiene, el cálculo de fase de inundación de cada río puede ser calculado invariablemente. Sin embargo, como a menudo no hay ningún terraplén en los ríos de Nicaragua, un terraplén virtual en el gradiente del talud a 1:2 niveles se asume y calcula en el terreno natural o en la localización del límite del río.

En este caso, no es una de las inundaciones que pudieran ocurrir antes de mantener el actual río, se muestran en los ríos que están mantenidos, porque es de un cálculo cuando el terraplén será asumido.

Tomandose en cuenta la posible pérdida y el desbodamiento de agua desde la parte del terraplén no reparado como perfil actual, la elevación del nivel de inundación, no se presenta como esta calculada en teoría.

Por consiguiente, cuando el mejoramiento fluvial no se ha realizado (cuando el terraplén inacabado), aparte de los datos del cálculo, se contemplan el historial de las inundaciones y/o las informaciones recabadas por medio de entrevistas de zona.

5) Factores de Selección y Método de la Evaluación

a) Evaluación de Investigación de Condiciones Naturales, aplicada en la Cara del Talud

En la determinación del potencial de peligro, se considera a evaluar tanto las características geográficas y geológicas por medio de una inspección visual, como el estado de progreso de meteorización y/o los derrumbes por el estudio de sondeo.

Esto es un remedio para capturar las características en detalle cuando no se ha realizado una evaluación por las hojas de l estudio de estabilidad.

La socavación del puente será evaluada por el resultado del análisis hidrológico y la afectación dada al cuerpo principal del puente.

La evaluación será clasificada por las siguientes cinco categorías en la tabla 2.3.11.

(Sin embargo, serán seis categorías cuando la situación caiga en descripción-D).

Tabla 2.3.11 Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para Taludes

Categoría	Situación	Puntuación
A:	La meteorización y derrumbe estudiados se encuentran en proceso muy avanzado, y la emergencia ha aumentado. La potencialidad de riesgo, incluyendo la fase avanzada de meteorización dentro de taludes, es alta.	(10 puntos)
B más (B+):	Aproximadamente el medio entre A y B.	(8 puntos).
B:	La meteorización y derrumbes estudiados se encuentran en una fase moderada. La potencialidad de riesgo, incluyendo la fase media de meteorización en la parte interna, es media.	(6 puntos).
B menos (B -):	Aproximadamente el medio entre B y C.	(4 puntos)
C:	La meteorización y derrumbes estudiados no progresaron tanto. La meteorización no alcanzó la parte interna del talud.	(2 puntos)
D:	Totalmente deteriorado en forma completa. Por otra parte, las medidas fueron tomadas en su totalidad. Por esa razón, este caso será excluido de la evaluación.	(0 puntos)

Nota: Lo antedicho es una evaluación de la investigación detallada que no se ha descrito en las hojas de estudio de estabilidad.

Un ejemplo (clases A, B y C) en la cara natural de los taludes, las condiciones de la investigación se muestran en las siguientes figuras 2.3.11(1), 2.3.11(2) y 2.3.11(3).

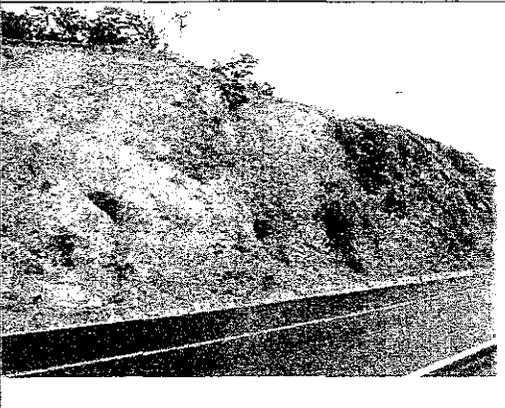
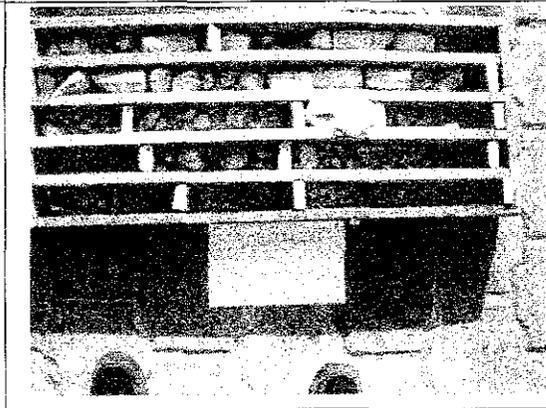
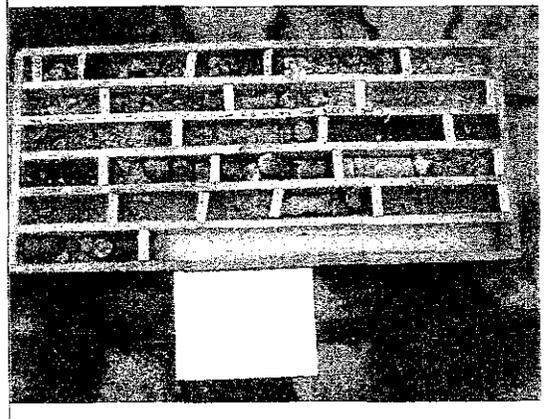
<p>A: (10 puntos)</p>	<p>La meteorización y derrumbes estudiados se encuentran en una fase muy avanzada, y la emergencia ha aumentado. La potencialidad de riesgo, incluyendo la fase avanzada de socavación dentro de los taludes, es alta.</p>	
<p>17 N001A050</p>	<p>Las tobas han cambiado al color verde. La magnitud de meteorización, las características físicas y de fuerza son desconocidas. Aunque la cara de taludes es largo, algunos estratos existen continuamente. Un (1) hoyo de sondeo deberá ser muy profundo.</p>	<p>Según el resultado del sondeo, las tobas alteradas se han meteorizado a casi 7 metros de profundidad, y el grado de meteorización puede juzgarse grande. Bajo la presente condición, los taludes están muy remojados, por eso, se requerirán la medida preventiva para la meteorización y el examen de ángulo de cara de taludes.</p>
		
<p>33 N003C140</p>	<p>Una descomposición en la media sección de relleno causada por el agua penetrada, proveniente de la zona de las montañas. La descomposición es notable. Para estudiarla, incluyendo el camino de flujo, se seleccionarán 2 hoyos de sondeo.</p>	<p>El resultado del estudio de sondeo muestra que muchas tobas se han vuelto a la tierra y ha constituido un cinturón meteorizado a un nivel bastante profundo. La estabilidad en general de la cara de los taludes será requerida.</p>
		

Figura 2.3.11(1) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para taludes (1/3)

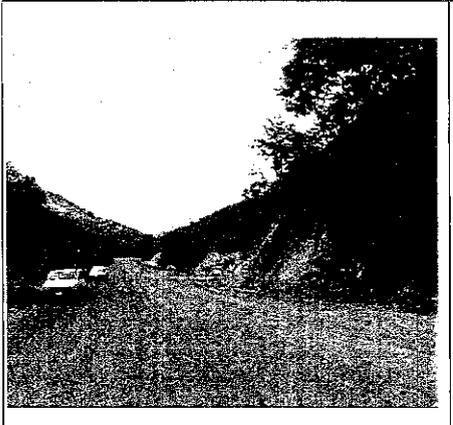
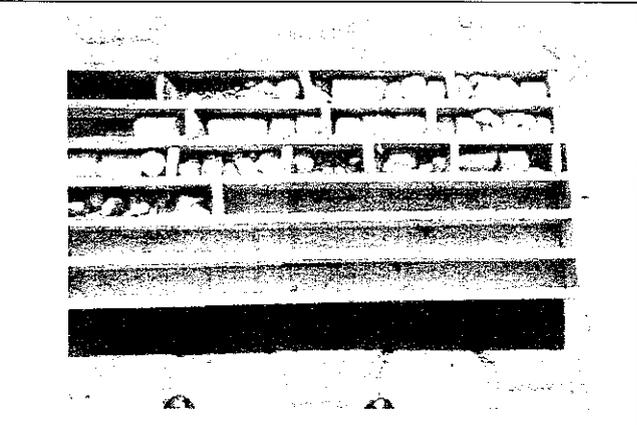
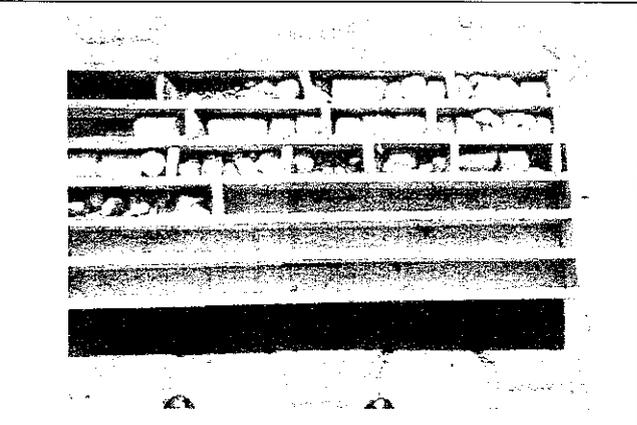
<p>B: (6 puntos)</p>	<p>La meteorización y derrumbes estudiados se encuentran en una fase moderada. La potencialidad de riesgo, incluyendo la fase moderada de meteorización en la parte interna, es moderada también.</p>	
<p>46 N026A100</p>	<p>La constitución geológica (compuesto de tobas, andesita, y rocas clásticas volcánicas) puede confirmarse por la observación visual. Pero, la confirmación del grado de meteorización es necesaria. Uno (1) hoyo de sondeo será seleccionado.</p>	<p>Según el resultado del estudio de sondeo, existen aglomerados con grietas abiertas de 0 a 4 metros de profundidad. Aglomerados que existen de 4 metros a 8 metros de profundidad están compuestos, aunque tienen grietas serradas. En cuanto a los 8 metros de profundidad, se juntaron los estratos firmemente. Como la meteorización de superficie estudiada está en una fase avanzada y hay muchas exfoliaciones y piedras caídas en escorrentías de taludes, la medida preventiva para la caída de piedras es necesaria.</p>
<p>48 N026A130</p>	<p>Las tobas que se distribuyen principalmente en la cara de los taludes pueden ser confirmadas por el estudio visual para confirmar la extensión de la meteorización, un (1) hoyo de sondeo será seleccionado.</p>	<p>Según el resultado de sondeo, el ancho de capa superficial del suelo es de 40 cm, y hay una franja de tobas meteorizadas con las pelo-grietas a una profundidad de 2m desde la superficie Aunque, en el nivel más profundo de 2 m, el número de grietas está aumentando, la toba está en buena condición Bajo la presente circunstancia, el agua de lluvia que corre de la cima de los taludes genera una barranca, y las exfoliaciones se repiten. La medida de drenaje en la cima de los taludes será necesaria.</p>
		

Figura 2.3.11(2) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para Taludes(2/3)

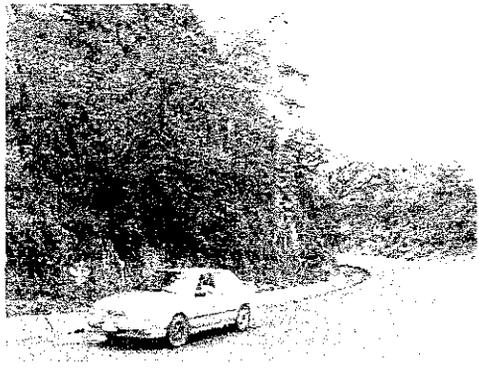
<p>C: (2 puntos)</p>	<p>La meteorización y derrumbes estudiados no progresaron tanto. La meteorización no alcanzó a la parte interna de los taludes.</p>	
<p>9 N001B200</p>	<p>La mayoría de las caras de taludes está formada de andesita, y el afloramiento aparece en todo el área en general. Por consiguiente, la extensión de la meteorización y la estabilidad pueden ser juzgadas por la investigación visual.</p>	<p>Aunque el andesita en la cara de los taludes contiene muchas grietas y está abierta a su extensión, los estratos en conjunto son estables. No se aparecía ningún cambio comparando con el resultado del estudio de investigación anterior.</p>
		
<p>47 N026B110</p>	<p>La extensión de meteorización de andesita puede confirmarse por la observación visual.</p>	<p>En esta localización, no hay ninguna continuidad entre los estratos de andesita y tobas, y este sitio está aislado. Parece que a causa de la falta de la circunstancia. Aunque hay exfoliaciones, no se diferencia en el progreso de la meteorización desde la investigación anterior.</p>
		

Figura 2.3.11(3) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para Taludes (3/3)

b) Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para la Socavación del Cimiento del Puente

En cuanto a los puentes, la evaluación se basa en el impacto de la condición de socavación y el resultado del análisis hidrológico de los mismos. Siguiendo cinco (5) clases (en caso de que los ítems de evaluación no sean aplicables, el indicador contendrá seis (6) clases) indicadas en el resultado de evaluación. La evaluación de la investigación de condiciones naturales aplicada a los cimientos del puente, está en la tabla 2.312.

Tabla 2.3.12 Evaluación de Socavación de Fundación del Puente

Categoría	Situación	Puntuación
A:	El progreso de socavación aumenta y la emergencia aumenta gravemente. La sección de estrecho del canal del río es pequeña, por eso, en la parte del puente se restringe notablemente la velocidad de flujo y la cantidad fluida. El factor de progreso de socavación es sumamente grande .	(10 puntos)
B más (B+):	Aproximadamente entre A y B.	(8 puntos).
B:	El progreso de socavación está en un nivel moderado. En un nivel moderado se restringe la velocidad de flujo y la cantidad fluida en la parte del puente.	(6 puntos).
B menos (B -):	Aproximadamente entre B y C.	(4 puntos)
C:	No hay ningún progreso de socavación. No hay ninguna restricción para la velocidad de flujo y la cantidad fluida en la parte del puente.	(2 puntos)
D:	Es derrumbamiento de puente en completo. O, como las medidas fueron tomadas en u totalidad. Se asume una evaluación fuera del objetivo.	(0 puntos)

Nota: Lo antedicho es una evaluación de la investigación detallada que no se ha reflejado en las hojas de estudio de estabilidad.

Porque varios ítems de las condiciones naturales se asumen a la socavación del puente, una evaluación integrada será examinada por la media, etc. de cada uno de los ítems siguientes.

Sin embargo, se asume que una evaluación integrada es asumida para la clase A, y en el caso de que haya dos o más de clase A se adjunta según la situación.

Detalle	Categoría	Situación
velocidad	A	Velocidad(valor observado o valor calculado) 5m/ s más
	B	3m/ s -5m/s
	C	Menos de 3m/s
Cantidad de descarga		Hay registro de inundación sobre la superestructura en el pasado.
	A	O, cuando se subestima de forma extrema la cantidad fluida de la sección en el cálculo. Cuando está en un estado cerca de la situación de inundación, ocurrió en el pasado.
	B	O, cuando se subestima poco la cantidad fluida de sección en el cálculo No hay el registro de inundación en el pasado.
	C	O, cuando es bastante incuestionable la sección del puente en el pasado,: cantidad fluida en el cálculo .
Suelo	A-C	Está igual que la evaluación de taludes. Cuando el factor causante del progreso es visto debido a una extrema socavación
Socavación	A	Por ejemplo: el ancho del río se estrecha sumamente en la parte del punto de cruce del puente. El cambio de la sección del sitio de degradación, etc.
	B	Cuando el factor causante del progreso es visto debido a la socavación en algunos grados.
	C	No hay ningún factor causante especial .

Un ejemplo de cada grado en el estudio de condiciones naturales de la socavación de fundación del puente (grados A, B y C) se muestra en la figura 2.3.12.

<p>26</p> <p>El Guayacan</p>	<p>Una evaluación integrada:</p> <p>Grado A (10 puntos)</p> <p>El progreso de socavación y la emergencia aumenta grandemente. La sección de cauce del río en la parte del puente se compara con la velocidad de flujo y la cantidad fluida, hay una restricción notable del tamaño pequeño, etc. y el factor de progreso de socavación es sumamente grande. (el grado A tiene muchos factores, aproximadamente 2 piezas o más de socavación, y una parte de la estructura de cada factor ya se ha derrumbado. Por consiguiente, se asume una evaluación total para A.)</p>	
<p>Velocidad</p>	<p>La velocidad de flujo máxima en el cálculo es de 1.07m/s.</p>	<p>C (menos de la velocidad de flujo 3m/s)</p>
<p>Cantidad de descarga</p>	<p>Carece de sección en el cálculo. En el resultado de entrevistas, la inundación se registra a menudo.</p>	<p>A (hay archivos de la inundación).</p>
<p>Suelo</p>	<p>La capa superficial del suelo, según el resultado del sondeo, es aproximadamente de 1m. Después de eso, son rocas meteorizadas de breccias de toba. En cuanto a la profundidad, ambos muestran un estado excelente.</p>	<p>C (La influencia de la meteorización es poca).</p>
<p>Socavación</p>	<p>La sección del puente ha bloqueado el flujo del río. El puente está construido en la curva del río El empalme en el borde izquierdo está derrumbado.</p>	<p>A(tiene dos o más factores de un extremo de socavación).</p>

Figura 2.3.12(1) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para Puente(1/3)

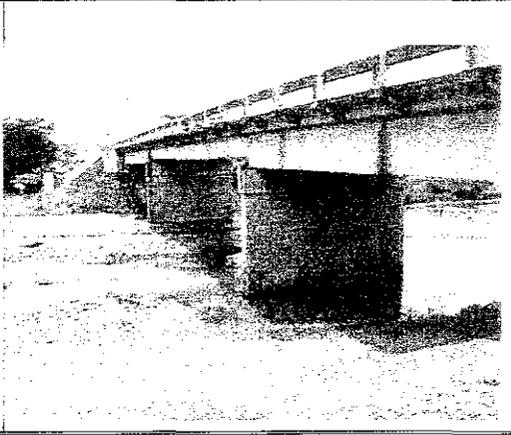
5 Las Chanillas	Una evaluación integrada: Grado B (6 puntos) (Grado de cada factor) El progreso de socavación es de un nivel medio. En el nivel medio se restringe la velocidad de flujo y la cantidad fluida en la parte del puente.	
La velocidad	La velocidad de flujo máxima en el cálculo es de 5.34m/s	A (más de la velocidad de flujo 5m/s .)
Cantidad de descarga	No hay ningún problema en la sección del paso en el cálculo. En el resultado de entrevistas, ninguna inundación se registra	C (No hay ningún archivo de la inundación.)
Suelo	Desde el suelo está avanzado dos sondeos de aproximadamente 5m. El estado es firme, sin embargo, el suelo incluso admite una profundidad de 5m o menos a lo largo de la superficie de grietas	B ⁺ (La influencia de socavación está sobre el más.)
Socavación	No hay factor causante especial.	C (No hay factor causante especial .)

Figura 2.3.12(2) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para el Puente (2/3)

<p>4</p> <p>San Nicolás</p>	<p>Una evaluación integrada: Grado C (2 puntos) (Grado de cada factor)</p> <p>No hay ningún progreso en la socavación.</p> <p>No hay ninguna restricción en la parte del puente para la velocidad de flujo y la cantidad fluida.</p>	
<p>Velocidad</p>	<p>La velocidad de flujo máxima en el cálculo es de 3.77m/s</p>	<p>B</p>
<p>Cantidad de descarga</p>	<p>No hay ningún problema en la sección del paso en el cálculo.</p> <p>En el resultado de entrevistas, ninguna inundación se registra</p>	<p>C (No hay ningún archivo de la inundación.)</p>
<p>Suelo</p>	<p>Se sueldan tobas (tobas soldadas), según el resultado del sondeo, excavando el suelo con una profundidad de 3 m. La meteorización es comparativamente poca en una profundidad de 3m o más.</p>	<p>C (La influencia de socavación es poco.)</p>
<p>Socavación</p>	<p>No hay factor causante especial.</p>	<p>C (No hay factor causante especial.)</p>

Figura 2.3.12(3) Ejemplo de Evaluación del Estudio de Condiciones Naturales para el Puente (3/3)

2.3.7 Evaluación de los Beneficios

La evaluación de los beneficios de los esquemas de inversión ayuda a nuestro entendimiento de los valores relativos del dinero que toma parte en un proyecto. Las autoridades viales nunca tienen suficientes fondos como para cubrir todos los lugares que necesitan de ellos, así que una forma efectiva e independiente es priorizar los proyectos en la medida que ayude a limitar los fondos y maximice los impactos positivos de los gastos.

La sección provee una guía para calcular los beneficios de los esquemas diseñados para prevenir los desastres naturales en las carreteras.

Los componentes básicos de los beneficios de inversión en las medidas de prevención de desastres, son de ahorrar en tiempo y distancia, que de otra forma ocasionaría que el tráfico sea reubicado para evitar la carretera que ha sido cerrada debido a desastres. Estos, son cuantificados como vehículos por hora y kilómetros por vehículo, y las formas de calcular se muestran en la Sección 2.3.3. Esto tiene que ser convertido en valores monetarios y luego comparados con los costos de las medidas de prevención de desastres.

Las diferencias en los factores de conversión de vehículos por hora y de kilómetros por vehículo se muestran en la Tabla 2.3.13.

Tabla 2.3.13 Costo de Operación de Vehículo y Costo del pasajero, Nicaragua 2002

Tipo de Vehículo	Costo de Operación por 1000 km, US \$	Costo para Pasajero por hora en vehículo
Carro	341.9	2.84
Camioneta	365.6	1.09
Bus promedio	909.8	14.90
Camión pequeño	891.9	1.04
Camión grande	1289.8	1.04
Camión articulado	1509.8	0.75

Fuente : Plan de Transporte NIC.2000 y precios del año 2002

En la evaluación, se han utilizado los precios constantes debido a que los porcentajes futuros de inflación nunca son conocidos. Así, todos los valores monetarios están expresados como un valor en un tiempo en común. En la tabla anterior, los precios base son del año 2002. Los costos de operación de vehículo puede ser asumida después para mantener una constante en el futuro, si se expresa con los precios del 2002. Aunque el costo en efectivo del combustible podría incrementarse; si este aumenta en la misma línea de toda la inflación, entonces la base constantes de los precios será precisa.

El valor del tiempo de los pasajeros se espera que aumente en términos reales, que es un porcentaje más rápido que la inflación, debido a que el pronóstico real del PIB está en

crecimiento per capita. Esto se refleja en el incremento de los niveles de ingresos. Típicamente, los niveles de ingreso crecen en distintos porcentajes para los diferentes sectores de la población, y algunas veces, en una economía de crecimiento rápido, las personas que ganan sueldos más altos experimentan altos porcentajes de crecimiento. Como siempre, no existe un sólido pronóstico para esto, y depende del valor promedio de crecimiento que es utilizado entre toda la población. Esto se muestra en la Tabla 2.3.14.

Tabla 2.3.14 Índices de Porcentaje de Crecimiento Anual para valores de tiempo

Tipo de Vehículo de Pasajero	2002 - 2010	2010 - 2002
Carro	2.7	8.0
Camioneta	2.7	8.0
Bus	2.7	8.0
Camión pequeño	2.7	8.0
Camión grande	2.7	8.0
Camión articulado	2.7	8.0

La Figura 2.3.13 muestra como la información calculada en la Tabla 2.3.4 es usada para producir los beneficios en términos monetarios.

	Traffic Volume	2002 Additional Daily		Traffic Growth	Traffic Volume	2010 Additional Daily	
	2002 AADT	Vehicle Km	Vehicle hours	2002 - 2010	2010 AADT	Vehicle Km	Vehicle hours
Cars	300	900	23	5.8	471	1413	36
Camionetas	400	1200	31	5.8	628	1884	48
Buses	100	300	8	3.3	130	389	10
Light Goods	100	300	8	6.5	165	496	13
Medium Goods	100	300	7	6.5	165	496	11
Heavy Goods	50	150	3	6.5	83	248	5
Total	1050	3150	79		1642	4927	123

	Cost per Veh-km	Cost per Veh-hr	Growth Rate	Cost per Veh-hr
	2002 (US\$)	2002 (US\$)	%	2010 (US\$)
Cars	0.3419	2.84	2.7	3.5
Camionetas	0.3656	1.09	2.7	1.3
Buses	0.9098	14.9	2.7	18.4
Light Goods	0.8919	1.04	2.7	1.3
Medium Goods	1.2988	1.04	2.7	1.3
Heavy Goods	1.5098	0.75	2.7	0.9

Input Data

	Vehicle km	Vehicle-hr	Total Benefit	Vehicle km	Vehicle-hr	Total Benefit
	2002 (US\$)	2002 (US\$)	2002	2010 (US\$)	2010 (US\$)	2010
Cars	308	65	373	483	127	610
Camionetas	439	33	472	689	65	754
Buses	273	114	387	354	183	537
Light Goods	268	8	276	443	16	459
Medium Goods	390	7	397	645	15	660
Heavy Goods	226	2	229	375	5	379
Total	1903	230	2133	2988	411	3399

Figura 2.3.13 Hoja de Calculo para los beneficios monetarios (por día)

Los beneficios calculados anteriormente ocurrirán si, como resultado de la inversión en las medidas de prevención de desastres, un conector de carretera es salvaguardado, el que de

otra forma caería como consecuencia de los desastres. Desafortunadamente nosotros nunca podemos conocer cuando ocurrirá un colapso de un talud o la caída de rocas, así que nunca podremos estar totalmente seguros que estos beneficios realmente ocurrirán como resultado de la inversión. Como siempre, nosotros conocemos que existe un riesgo de caída o colapso. Existe también la pregunta de la severidad del riesgo, o la escala del impacto. Por lo tanto, los sitios potenciales de desastres necesitan ser valorados en términos de severidad o de puntuación, y la probabilidad de riesgo o de caída. Estos se definen a continuación:

- **Puntuación** (máximo de 100) describe la severidad potencial de los sitios de desastres en términos de impacto de la salud y seguridad;
- **Riesgo** (medición en años) es el período de tiempo en el cual el sitio es propenso a caer. A menor período de tiempo, mayor es el riesgo.

Los beneficios pueden ser calculados por puntuación o por riesgo, o por ambos. Cuando la puntuación es utilizada, los beneficios son factorizados por la puntuación dividido entre 100. Cuando el riesgo es utilizado, los beneficios solamente ocurren en el año después que el sitio ha sido considerado a caer.

Los valores monetarios de los beneficios pueden ser comparados al costo de la inversión para prevenir los desastres. Debido a que los beneficios son una corriente constante de flujo, y el costo es normalmente un solo ítem de capital, los economistas utilizan un proceso conocido como análisis del descuento de costo-beneficio para estar disponibles a comparar los costos con los beneficios. En este proceso los beneficios y costos en el futuro están descontados para reflejar el hecho que los beneficios actuales valen más que lo que serían dentro de diez años. El porcentaje de descuento utilizado es del 10% para bajar el ambos factores de costo y beneficio para cada año a partir de hoy.

El cálculo de descuento del costo-beneficio se muestra como ejemplo en la hoja de trabajo de la Figura 2.3.14. Los costos han sido introducidos para cada año en el que serán gastados, con un precio constante. Usualmente los costos de capital para un esquema son pagados por adelantado en el primero o segundo año de la evaluación. El costo de los mantenimientos subsecuentes deben ser introducidos a medida que se requieran los trabajos. Algunas de las medidas temporales de prevención de desastres no necesitan de mantenimiento, pero si necesitan ser reemplazadas luego de cierto tiempo. Si este es el caso, entonces los costos de reemplazo deben ser introducidos como una parte del capital en el año pertinente.

Los beneficios introducidos para cada año se ha pronosticado que ocurran. Utilizando el factor con el que generalmente se pronosticó para los años 2002, 2010, 2020(y luego cada

subsiguiente período de 10 años), los beneficios para los años intermedios pueden ser calculados por interpolación. Si la corriente de beneficios no inicia antes, nombrando el año 2008, debido al factor de riesgo, entonces todos los beneficios del 2002 al 2007 deben ser puestos en cero. La introducción del descuento de las hojas de trabajo de costo-beneficio son:

- Costos de Capital
- Costos de Mantenimiento
- Valores Monetarios de los Beneficios
- Índice de Descuento

Un ejemplo se muestra en la Figura 2.3.14, en el que los beneficios introducidos se toman de la Figura 2.3.13.

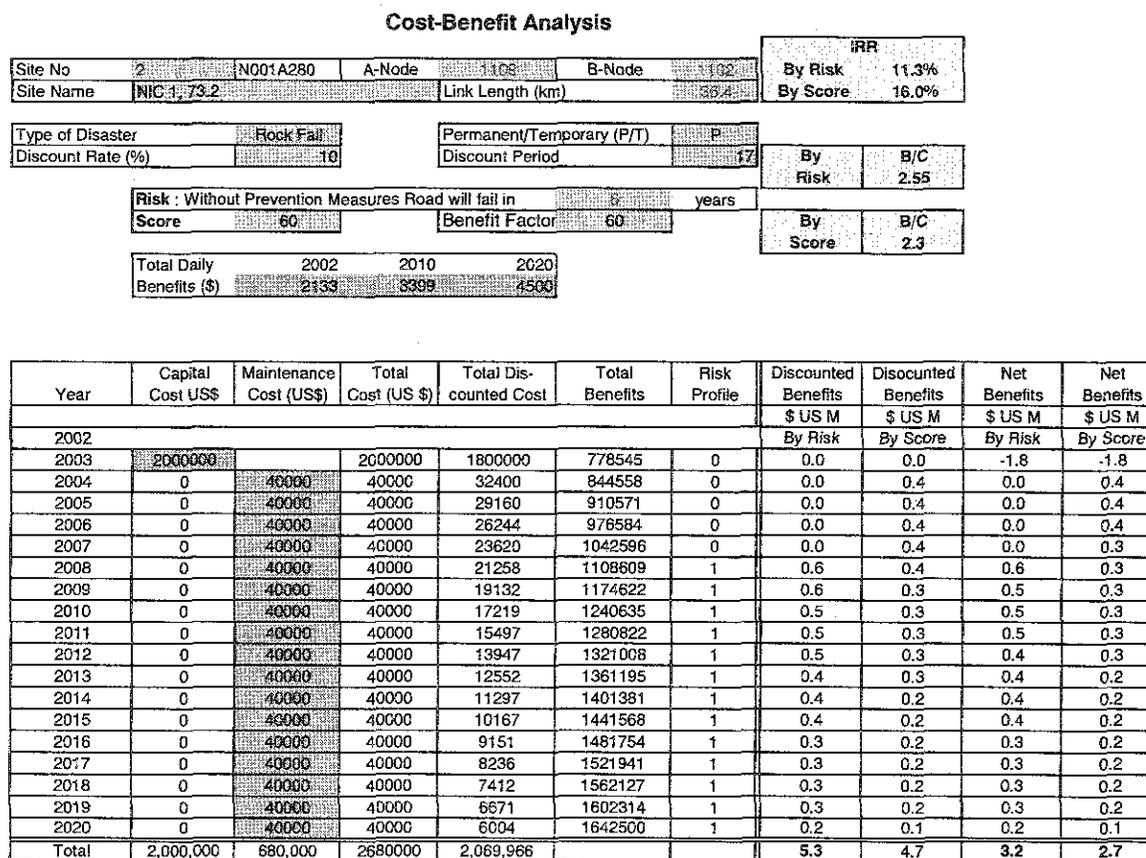


Figura 2.3.14 Hoja de Calculo del Descuento de Costo-Beneficio

Dos extracciones de las hojas en la Figura 2.3.14 son:

- Relación de Beneficios en proporción al Costo (B/C); y
- Porcentaje Interno de Retorno (PIR).

La relación B/C es una proporción de la suma de los descuentos de los beneficios con la

suma de los descuentos de los costos, en base a la vida de un proyecto. Si $B/C > 1.0$, entonces los beneficios pesan más que los costos y el proyecto vale la pena. Los valores de B/C para diferentes proyectos pueden ser comparados a unos con otros en orden de evaluar cual es el mejor valor del dinero. El PIR, es otra medida para evaluar la eficiencia del proyecto. El porcentaje interno de retorno es efectivamente el porcentaje de interés recibido del costo de la inversión para construcción y mantenimiento (valores negativos) y los ingresos de los beneficios (valores positivos) que ocurren cada año. Al contrario, los PIR puede ser comparado con encontrar los valores altos representando mejores los valores del dinero. Los proyectos no son viables cuando el PIR cae por debajo de los porcentajes de descuento. Típicamente, los PIR para ser proyectos financiados internacionalmente por lo menos debe tener un rango por lo menos entre 16% y 22%.

2.3.8 Nivel de Restauración

Si la escala de desastre, como un derrumbe de rocas, un desprendimiento de tierras, un flujo de escombros, o un derrumbe de puente por socavación, etc., es grande, cuando ocurra un desastre, se necesitará un inmenso gasto y mucho tiempo para la restauración.

Por lo tanto, los puntos potenciales donde se espera una gran escala de desastre serán revestidos con una capa dándoles prioridad, y es importante prevenir que se desarrollen más estos derrumbes causados por el desastre natural.

Sin embargo, la prioridad se puede reducir cuando se consigan desvíos como se describe a continuación.

- i) Hay un desvío apto.
- ii) Hay espacio suficiente donde se puede construir un camino temporal.

Además, tomando en consideración el desvío, es necesario aprovechar su situación.

Sin embargo, la prioridad será baja, en el caso de que exista un desvío apto o un solar donde se pueda construir o conseguir un camino de manejo hipotético. Además, tomando en consideración el desvío, es necesario también aprovechar la situación del mismo. Los desvíos aptos son como sigue:

- i) Las condiciones de alineación, el ancho, la alineación plana y la alineación vertical estén asegurados para que los vehículos urgentes y de restauración puedan pasar. La fuerza-prueba de un puente debe ser suficiente para el paso de vehículos urgentes.

Un ejemplo a tomar en consideración en comparación con la dificultad de reconstrucción se describe a continuación, y el ejemplo de evaluación se describe en la tabla 2.3.15.

- Escala de desastre
- Dificultad reconstituyente
- Gasto y tiempo para la restauración de la construcción
- Distancia desde Managua (se requiere mucho tiempo para enviar los principales equipos e ingenieros al sitio del desastre en áreas lejanas a Managua)
- Espacio para el manejo de tráfico o la restauración de desastre
- Condición de camino de desvío

Tabla 2.3.15 Un Ejemplo de una Evaluación

Criterio de Evaluación		Punto	
Distancia desde Managua	$\leq 100\text{km}$	1	
	$100 < L \leq 150\text{km}$	2	
	$150 < L \leq 200\text{km}$	3	
	$200\text{km} < L$	4	
Espacio para el manejo o la restauración de desastre	Hay suficiente espacio.	1	
	No hay suficiente espacio.	5	
	Medio arriba mencionado	3	
Condición de camino de desvío	Hay un desvío.	1	
	No hay desvío.	5	
	Se requiere mucho tiempo para el desvío.	5	
Tipo de desastre	Caída de rocas (C. R.)	2	
	Colapso de Masa de Roca (C.M.R)	3	
	Deslizamiento de taludes(D.T.)	5	
	Alud de Fango (A.F.)	5	
	Socavación de Cimiento(puente)	4	
Longitud de talud y puente	Talud	$\leq 100\text{m}$	1
		$100 < L \leq 200\text{m}$	3
		$200\text{m} < L$	5
	Puente	$\leq 20\text{m}$	1
		$20 < L \leq 100\text{m}$	3
		$100\text{m} < L$	5

2.4 Métodos de Establecimiento del Programa de Implementación

2.4.1 Generalidades

El programa de implementación debe ser basado en un plan exacto. Cada división y dirección relevante deben ser conscientes de los contenido del plan así que puede ejecutar satisfactoriamente sobre la base de un sistema sintonizando apropiado. Los contenido necesarios de planificación del programa de implementación es como sigue.

- ◆ Contenidos del plan de prevención de desastres viales,
- ◆ Los planes financieros y presupuestales de acuerdo con el plan de prevención de desastres viales, y
- ◆ La evaluación del impacto ambiental de acuerdo con el plan de prevención de desastres viales.

2.4.2 Plan de Mantenimiento

Las inspecciones de emergencia, rutinaria y periódica deben ser ejecutadas para la prevención de desastres viales basandose en el Manual de Inspección. Todos los datos de inspección y estudio deben ser ordenados por la Dirección General de Carreteras como se muestra en la Figura 2.4.1.

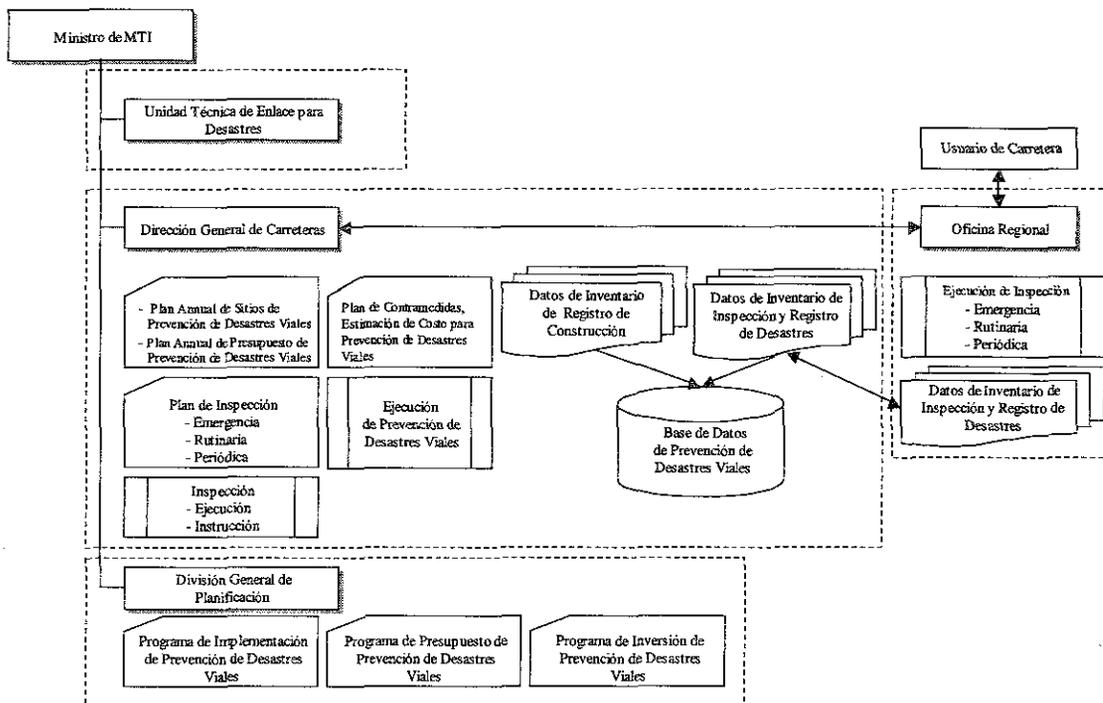


Figura 2.4.1 Arreglo General para la Planificación de Mantenimiento

Las responsabilidades para el mantenimiento y la planificación de prevención de desastres

viales son como se indica abajo.

<Unidad Técnica de Enlace para Desastres>

- ◆ Intercambiar la información con las organizaciones externas, por ejemplo, INETER
- ◆ Revisar y elaborar el Estándar del Diseño y especificaciones de materiales relacionados con la prevención de desastres viales, y
- ◆ Desarrollar las técnicas relacionadas con la prevención de desastres viales.

<División General de Planificación>

- ◆ Planificar el programa de implementación para la prevención de desastres viales,
- ◆ Planificar el programa financieros y presupuestales para el plan de prevención de desastres viales, y
- ◆ Planificar el programa de inversión para la prevención de desastres viales.

< Dirección General de Carreteras>

- ◆ Preparar el plan anual detallado para presupuesto y sitios de prevención de desastres,
- ◆ Preparar el plan de inspección para la prevención de desastres viales(No. de rutas, frecuencias, etc.),
- ◆ Preparar el plan de contramedidas y estimación de costos para la prevención de desastres viales,
- ◆ Recibir y ordenar los contenidos ejecutados de la prevención de desastres viales y los datos de inventarios de inspección y registros de desastres a la Base central de datos.
- ◆ Instruir la inspección en cada oficina regional, y
- ◆ Ejecutar las contramedidas de prevención de desastres viales.

<Oficinas Regionales>

- ◆ Realizar las inspecciones (emergencia, rutinaria y periódica), y
- ◆ Arreglar los contenidos de la prevención de desastres viales locales y datos de inventarios locales de inspección y registros de desastres a la base de datos, y enviar los datos a GDR.

La base de datos para la prevención de desastre viales debe ser preparada como se muestra en la Figura 2.4.2 usando este manual. Como se muestra en la Figura 2.4.2, la prevención de desastre viales debe ser llevado a cabo sobre la base de cada uno de los Manuales. Los planes estables para la prevención de desastre viales serán posibles cuando todo resultado sea guardado en la base de datos.

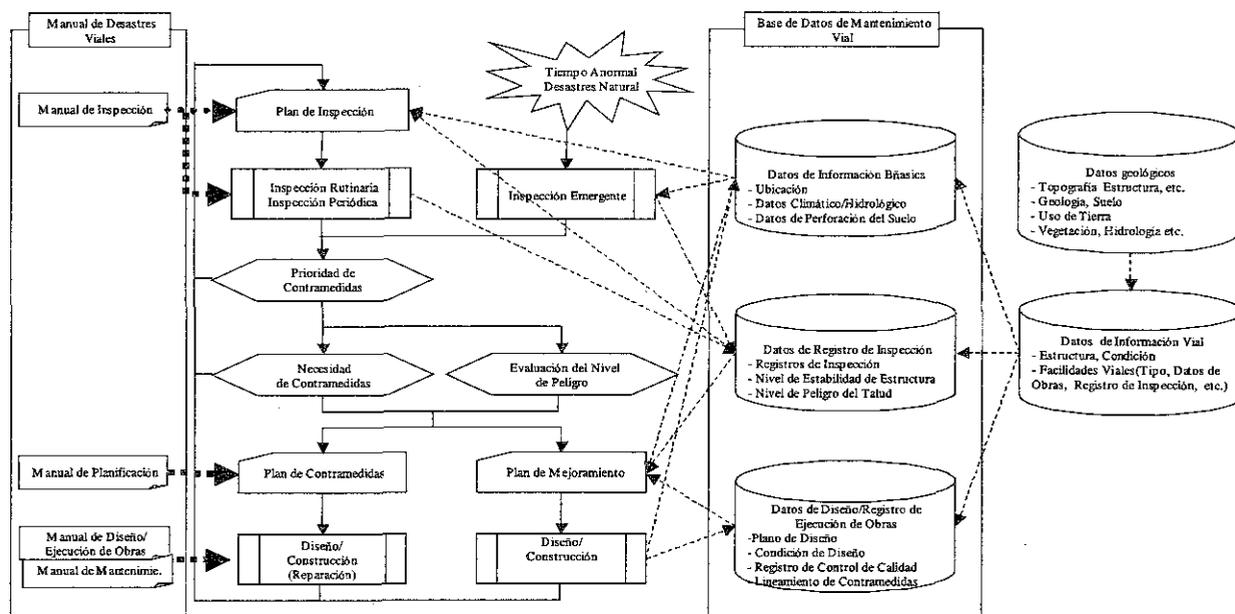


Figura 2.4.2 Administración del Sistema de Base de Datos para la Prevención de Desastres

2.4.3 Plan de Presupuesto

La Dirección General de Carreteras debe preparar la estimación del presupuesto anual para los sitios de prevención de desastre viales, utilizando los resultados de las inspecciones. Esta estimación debe ser enviada a la División General de Planificación. La División General de Planificación examinará la estimación y determinará si los proyectos están aprobados o no. El plan de presupuesto para las medidas de prevención de desastre viales debe ser determinado por la planificación cuidadosa de prevención de desastres viales.

Las carreteras y los sitios para la prevención de desastres viales siempre son influidos por las condiciones de clima. Por lo tanto, la financiación y el presupuesto para la prevención de desastres viales deben ser decididos anualmente a través de la evaluación de todas las condiciones y los criterios de evaluación.

2.4.4 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

1) Método de EIA

La EIA se llevará a cabo sobre los factores ambientales seleccionados. Y, será evaluada la validez de la consideración ambiental para cada factor en el proyecto.

En este caso, en cuanto a la validez de la manera de consideración al ambiente, será juzgado haciendo referencia a "NIC-2000". Especialmente, la mínima responsabilidad legal del ambiente en la etapa de contratación de construcción debe consultar con la sección 108 de NIC-2000.

En cuanto a los ítems difíciles de evaluar en esta etapa, se sugerirán los temas de consideración por cada ítem.

2) El Punto de Vista de la Evaluación para Cada Ítem

a) Traslado de habitantes

Se evalúa sobre cómo evitar el traslado de habitantes y/o la expropiación del terreno. En caso de que sea necesario el traslado y/o la expropiación del terreno, será evaluada la posibilidad de conseguir el acuerdo de los habitantes, y la conformidad del procedimiento de la expropiación del terreno con la ley nicaragüense.

b) Actividad Económica

Se evalúa el impacto en las actividades económicas necesarias de la vida. En caso de que haya impacto en las actividades económicas, hay que estimar si el impacto es tolerable o es necesario cambiar por las nuevas actividades económicas. También, se evalúa la posibilidad de llegar a un acuerdo con las personas las cuales se dedican a dichas actividades económicas.

c) Facilidades de Vida y de Tráfico

Se evalúa el impacto en métodos de transporte (congestión de tránsito, cambio de ruta de buses, etc.), en hospital y escuela etcétera que son necesarios para la vida humana. Esta evaluación debe ser realizada en la etapa de construcción y después de la misma.

d) Separación del Área

Se evalúa la separación de la comunidad por el proyecto. En caso de que en el proyecto resulte la separación, debe ser evaluada la validez de las medidas para evitar el problema provocado por la separación como la facilidad del cruce etc..

e) Sitios Históricos/Patrimonio Cultural

Se evalúa si el proyecto ha contemplado como evitar los sitios históricos y el patrimonio cultural. En caso de que haya dificultad de evitarlos, se debe estimar la posibilidad del traslado de dichos sitios históricos y patrimonio cultural, y/o otra forma de conservación.

f) Derecho de Uso de Agua/ Derecho Comunal

Se evalúa el impacto del proyecto en el derecho de uso de agua (el derecho de pesca) y el derecho comunal. En caso de que haya impacto en los derechos, debe ser evaluada la posibilidad de llegar a un acuerdo con los interesados, y/o la posibilidad de compensación.

g) Salud/Higiene

Se evalúan los factores agravantes de la situación de salud como basuras y parásitos. En caso de que haya algún factor agravante, debe ser evaluada la validez de las contramedidas.

h) Desechos

Se evalúan los desechos producidos por el proyecto desde los dos siguientes puntos de vista.

- Método de Disposición

Si la disposición se realiza conforme a las normas establecidas por el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente y el Ministerio de Salud.

- Sitio de Disposición

Si el sitio del proyecto y las especies de desechos están identificados, y si el sitio de disposición de desechos está asignado.

i) Desastres (Peligro)

Se evalúa la posibilidad de peligro como el sitio potencial del deslizamiento de talud en el proyecto. En caso de que exista factor provocador de nuevo desastre, debe ser evaluada la validez de las contramedidas.

j) Geografía/Geología

Se evalúa si el proyecto ha planeado evitar el sitio de preciosas características geográficas y geológicas. En caso de que la evasión sea difícil, deben ser evaluados otros métodos de conservación.

k) Erosión del Suelo

Se evalúa la validez de las contramedidas de prevención de erosión del suelo y/o erosión superficial del talud provocados por la tala del bosque. Esta evaluación debe ser ejecutada en la etapa de construcción y después de la misma. Y, hay que cuidar bien que la erosión del suelo no provoque que el agua sea contaminada.

l) Aguas Freáticas

Se evalúa la posibilidad del agotamiento de aguas freáticas por cortar la vena de agua. Especialmente, se evalúa el impacto en el uso de aguas freáticas (pozos). En caso de que haya algún impacto, debe ser evaluada la validez de contramedidas.

m) Lago y Río

Se evalúa el impacto del proyecto en las aguas del lago y el río. Especialmente, en caso de que haya actividades económicas y de vida en el lago y el río, debe ser evaluada la validez de las contramedidas para evitar el impacto.

n) Costa/Área del Mar

Se evalúa el impacto del proyecto en las aguas de la costa y el mar. Especialmente, en caso de que haya actividades económicas y de vida en la costa y el mar, debe ser evaluada la validez de las contramedidas para evitar el impacto.

o) Fauna/Flora

Se evalúa el impacto del proyecto en el territorio de animales y plantas. En caso de que haya impacto en su hábitat, se evalúa si están contempladas las medidas adecuadas de mitigación como se muestra en la Figura 2.4.4 En caso de que se ejecute la recuperación de las plantas en el talud del corte, el gradiente del talud apropiado se muestra en la Tabla 2.4.1 Para la recuperación de la vegetación, deben ser cuidadosos de que esté considerada la vegetación natural latente. Y, en caso de que se obstaculice el movimiento de animales, hay que revisar si el plan está contemplando el movimiento de animales como se muestra en la Figura 2.4.3.

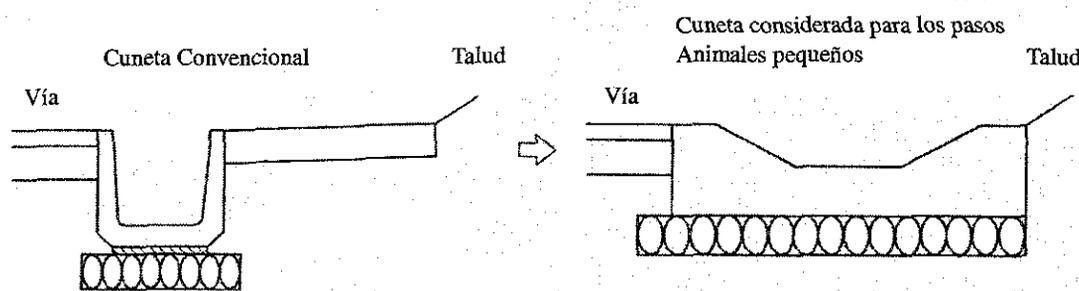


Figura 2.4.3 La Cuneta que considera los pasos de animales pequeños

Tabla 2.4.1 Estándar del gradiente del talud para el tratamiento vegetal

Gradiente del Talud	Objetivo del Tratamiento Vegetal
~30° (1:1.7)	La restauración de vegetación prioritariamente de los árboles altos.
~45° (1:1.0)	La restauración de vegetación prioritariamente de los árboles bajos y arbustos.
~60° (1:0.6)	La restauración de vegetación prioritariamente de los arbustos e hierbas.

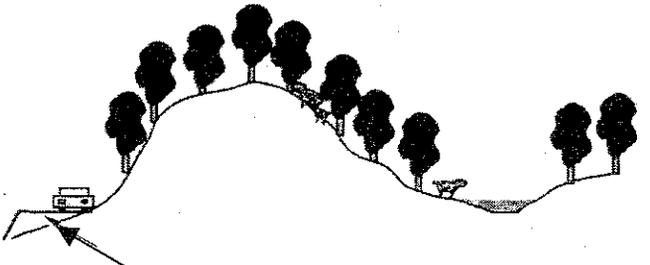
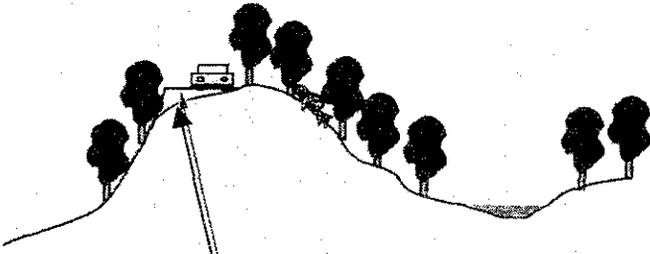
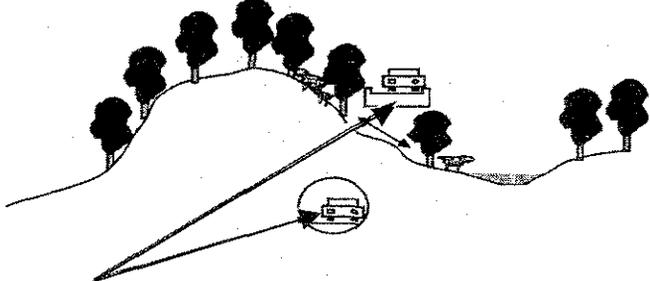
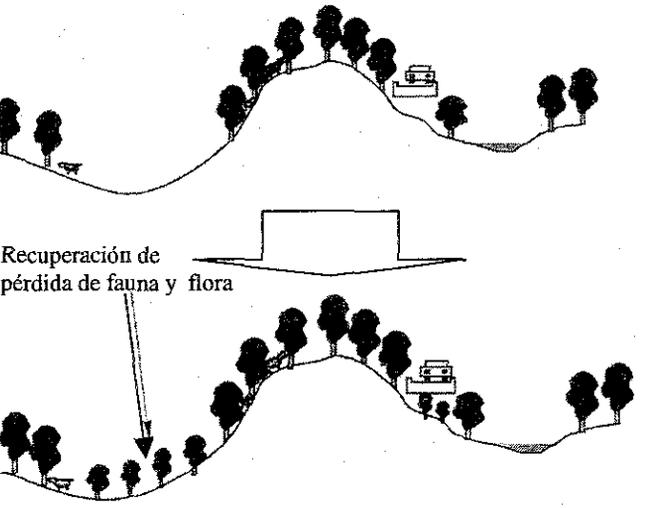
Categoría	Explicación	
Evación	 <p data-bbox="608 562 963 591">Evitar el habitat y pasos de animales</p>	<ul data-bbox="1153 312 1458 455" style="list-style-type: none"> • Evitar el habitat y pasos de los animales y el área de crecimiento vegetal.
Minimización	 <p data-bbox="692 909 1094 961">Evitar el núcleo de la fauna y flora. Adoptar la estructura de menor influencia</p>	<ul data-bbox="1153 657 1458 825" style="list-style-type: none"> • Evitar el núcleo de fauna y flora. • Minimizar el corte y relleno
Equilibrio	 <p data-bbox="528 1272 979 1324">Adoptar la estructura en la que se asegura el paso de animales</p>	<ul data-bbox="1153 1002 1458 1106" style="list-style-type: none"> • Hay que equilibrar la influencia en el mismo sitio
Restauración Compensación	 <p data-bbox="459 1583 692 1635">Recuperación de pérdida de fauna y flora</p>	<ul data-bbox="1153 1363 1458 1628" style="list-style-type: none"> • Recuperar la pérdida en otro sitio • Asegurar el terreno sustituto • Compensar la pérdida inevitable

Figura 2.4.4 Método de Mitigación

p) Clima

Se evalúa el impacto en el clima (viento, temperatura) del área por la construcción de las instalaciones de gran escala. En caso de que haya influencia, debe ser evaluado si están siendo tomadas las medidas adecuadas para evitar el impacto, y/o si están examinado el impacto futuro.

q) Paisaje

Se evalúa el cambio de paisaje en el parque nacional, reserva natural y /o principales miradores. En caso de que haya cambio, debe ser evaluada la validez de las contramedidas tomadas para la armonía con el paisaje aledaño.

r) Contaminación del Aire

Esta evaluación debe ser ejecutada en la etapa de la construcción y después de la misma. En la etapa de la construcción, se evalúa si el plan está contemplando las normas ambientales mostradas en NIC-2000. Por otro lado, después del término de las obras, debe ser evaluado si han sido tomadas las medidas adecuadas contra la influencia de largo tiempo causada por nuevo tráfico etcétera, y/o si ya está examinada la influencia.

s) Contaminación del Agua

Esta evaluación debe ser ejecutada en la etapa de la construcción y después de la misma. En la etapa de la construcción, se evalúa si el plan está contemplando las normas ambientales mostradas en NIC-2000. Por otro lado, después del término de las obras, debe ser evaluada la validez de las contramedidas para el factor que origina la contaminación del agua (Por ejemplo, erosión del suelo).

Algunos ejemplos de contramedidas se muestran en la Tabla 2.4.2.

Tabla 2.4.2 Contramedidas para la Contaminación del Agua en la Construcción Vial

Contramedidas en la etapa de construcción	Contramedidas permanentes
<p>-Instalación de drenaje temporal Se instala el drenaje temporal y luego se instala el cerco preventivo del suelo y arena, presa de prevención y la cámara de sedimentación en aguas abajo.</p> <p>- La protección del talud En la primera etapa de las obras, el talud será cubierto por la lámina a fin de impedir la infiltración de aguas caídas. Luego, para acortar el período en que la tierra esté al desnudo, se aplica hidrosiembra y/o otras medidas. Y con eso, se previene el flujo del suelo y arena.</p>	<p>- Revestimiento de la superficie de la carretera La superficie de la carretera está cubierta por asfalto.</p> <p>- Instalación del sistema de drenaje adecuado La instalación del sistema de drenaje que disminuye la velocidad del flujo con cámara de sedimentación.</p> <p>- Protección del talud En terraplén se realizan las obras de protección como hidrosiembra etc.. Y en el talud del corte se ejecutan obras de marco de concreto proyectado etc..</p>

t) Contaminación del Suelo

Se evalúa la posibilidad de la contaminación del suelo por el proyecto. En caso de que haya posibilidad de contaminación del suelo, debe ser evaluado si se han tomado las medidas adecuadas para evitar el impacto, y/o si está examinado el impacto futuro. En especial, en caso de que se use metales pesados en el proyecto, debe ser evaluado el método del manejo de ellos.

u) Ruido, Vibración

Esta evaluación debe ser ejecutada en la etapa de la construcción y después de la misma. En la etapa de la construcción, se evalúa si el plan está contemplando las normas ambientales mostradas en NIC-2000. Por otro lado, después del término de las obras, debe ser evaluado si han sido tomadas las medidas adecuadas contra el ruido y la vibración provocados por el incremento del tráfico etc., y/o si ya está examinada la influencia. Hay que prestar atención especial en donde necesiten la tranquilidad tales como alrededor de un hospital, escuela y núcleo poblado.

v) Hundimiento de Tierra

Se evalúa la ocurrencia del hundimiento de tierra causado por la bajada del nivel del aguas freáticas a través del corte de vena de la misma, y de la excavación del pozo temporal para las obras etc.. Cuando se espera el hundimiento de terreno, debe ser evaluado si están tomadas las medidas adecuadas para evitar el impacto, y/o ya está examinado el impacto futuro.

w) Hedor

Esta evaluación debe ser ejecutada en la etapa de la construcción y después de la misma. Como el hedor de la construcción vial proviene de la emisión de gases de los equipos de construcción etc. debe ser evaluado si el plan está contemplando las normas ambientales que se indican en NIC-2000. Después del término de la construcción, debe ser evaluado si están tomando las medidas adecuadas contra el incremento de emisión de gases producidos por nuevo tráfico etc. y/o ya está examinado el impacto.