

## 2.5 Método de Selección de Contramedidas

### 2.5.1 Generalidades

Esta sección muestra el criterio de selección de contramedidas de cada desastre vial. El método de la selección de contramedidas se indica como diagrama de flujo para la facilidad del entendimiento.

### 2.5.2 Criterio de Selección de Contramedidas para cada Desastre Vial.

#### 1) Objetivos de Contramedidas

Los objetivos y de las contramedidas para los desastres viales son como sigue.

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

Las contramedidas para los desastre se dividen en tres categorías considerando las características de desastres.

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

#### a) Contramedidas de Emergencia

Las contramedidas de emergencia se define como sigue:

- ✓ Son las contramedidas que se ejecutarán antes de las temporales o permanente.
- ✓ Los sitios con problemas serios y peligrosos que requieren el mejoramiento inmediato.

#### b) Contramedidas Permanentes

Las contramedidas permanentes se definen como sigue:

- ✓ La vida de contramedidas de emergencia o de contramedidas temporales está a punto de expirar
- ✓ Se encuentra el sitio de fallas en la parte importante de la red vial.

#### c) Contramedidas Temporales

Contramedidas Temporales enfocan con los siguientes:

- ✓ Las contramedidas permanentes no son factibles.

- ✓ Cuando se originen los daños viales, se necesita mucho tiempo para realizar las obras de reparación.
- ✓ No se prevé los desastres adicionales en el futuro cercano.

2) Tipos de Contramedidas Aplicables

Tabla 2.5.1 Aplicabilidad de las Contramedidas a Fallas del Talud

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

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

Tabla 2.5.2 Aplicabilidad de Contramedidas para la Socavación de Cimiento de Puentes

Clasificación	Tipo de obra	Estribo			Pilar		
		E	T	P	E	T	M
Protección de puentes	Revestimiento de concreto	×	○	○	×	○	○
	Revestimiento de talud con piedras	△	○	○	○	○	○
	Colchón de Gavión para pilares	×	×	×	○	○	△
	Escollerado	○	×	×	○	×	×
	Protección de pie con concreto	×	○	△	×	○	△
	Deposición de rocas	○	×	×	○	×	×

3) Método de Selección de Contramedidas

a) Caída de Roca, Colapso

i) Contramedidas de Emergencia

En la Figura 2.5.1 se presenta un procedimiento de selección de contramedidas de emergencia en caso de caída de rocas y colapso.

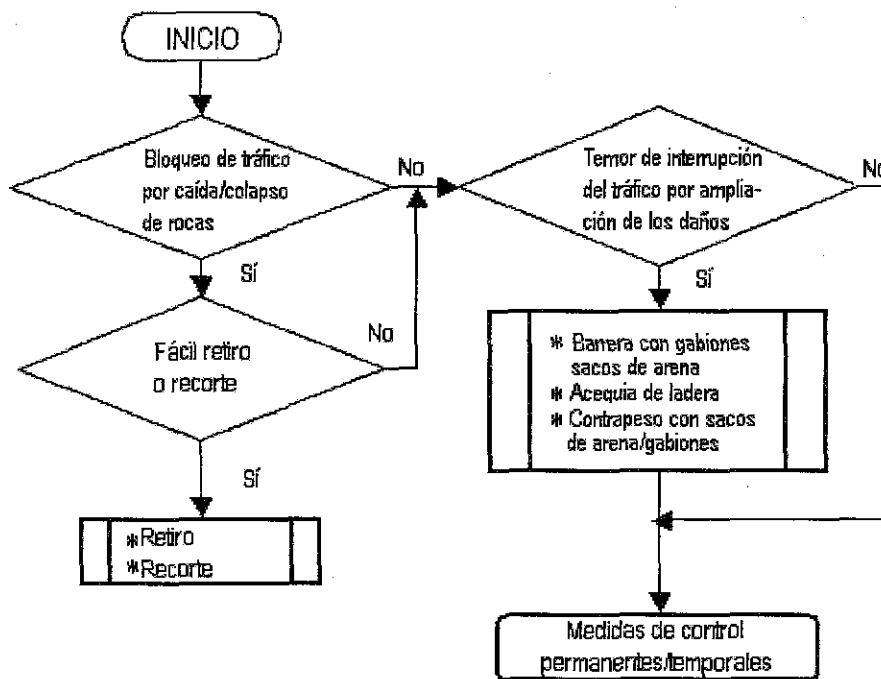


Figura 2.5.1 Selección de Contramedidas de Emergencia en caso de Caída de Rocas y Colapso

ii) Contramedidas Temporales/Permanentes

Los diagramas de flujo de las Figuras 2.5.2 y 2.5.3 explican el procedimiento de selección de las medidas de control temporales y permanentes.

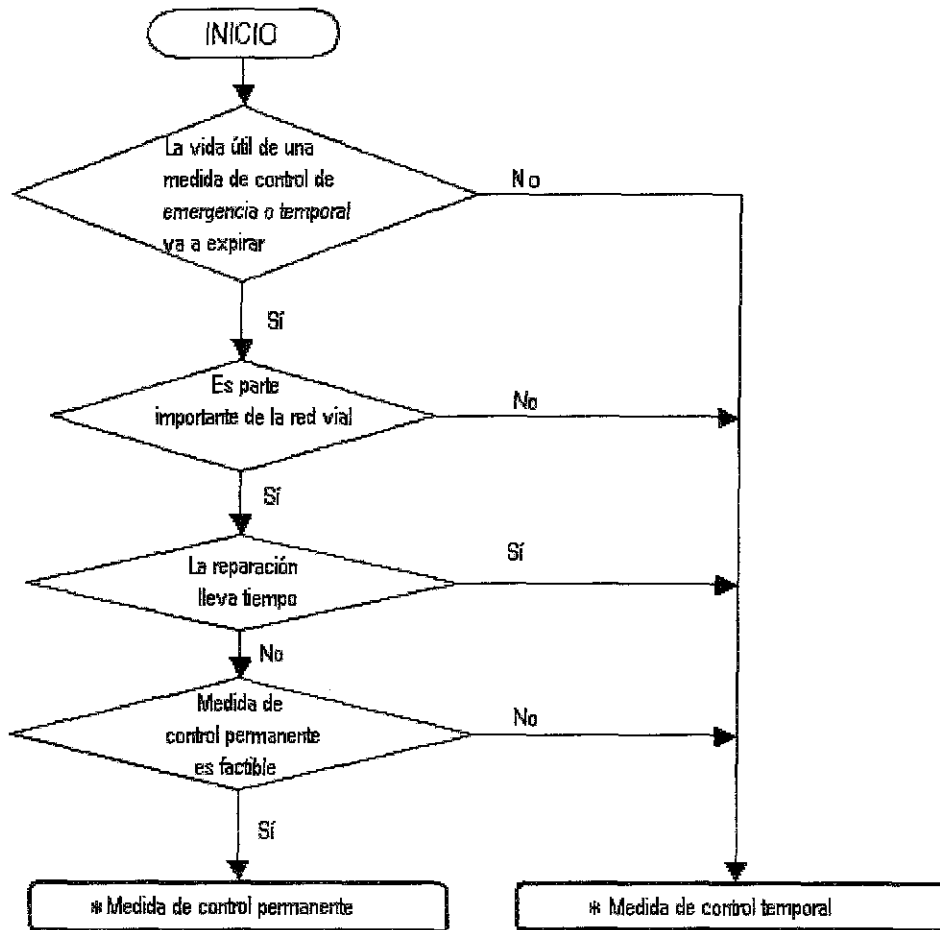


Figura 2.5.2 Selección de Contramedidas Temporales y Permanentes

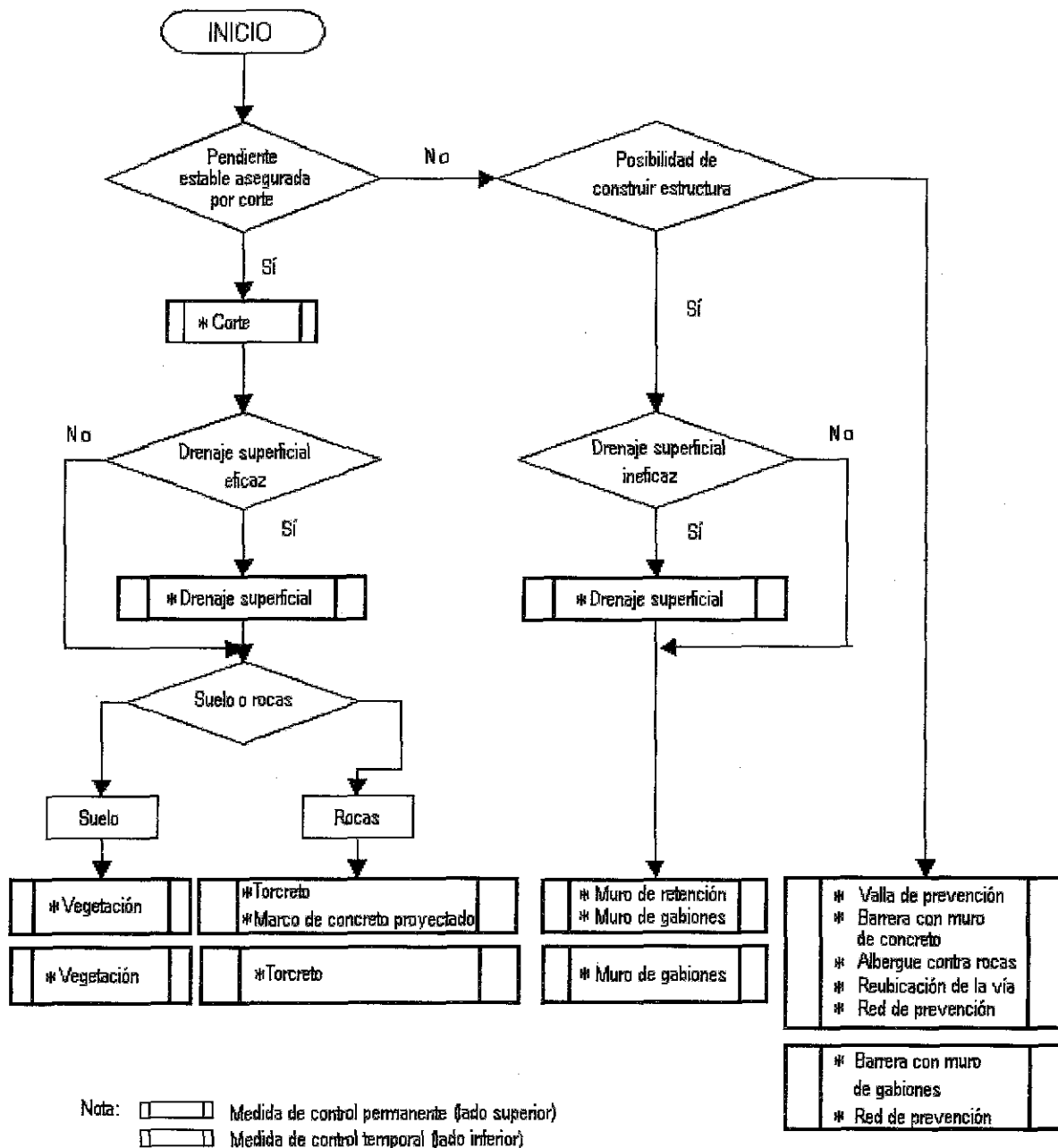
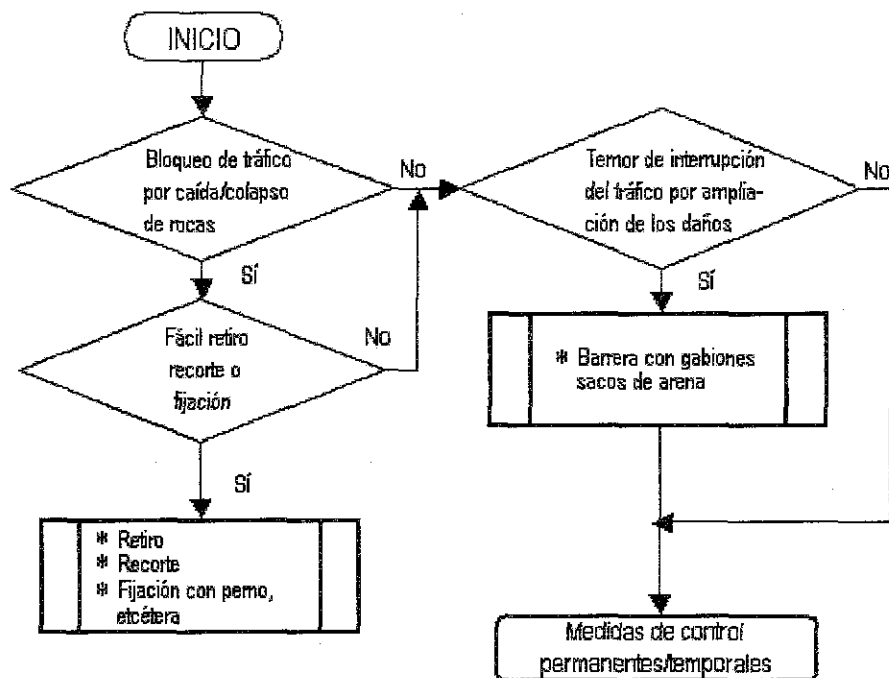


Figura 2.5.3 Selección de Contramedidas Temporales y Permanentes para Caída de Rocas y Colapso

**b) Colapso de Masa de Roca**

**i) Contramedidas de Emergencia**

En la Figura 2.5.4.se presenta un procedimiento de selección de medidas de control de emergencia en casos de colapso de rocas.



**Figura 2.5.4 Selección de Contramedidas de Emergencia para Caída de Masa de Roca**

ii) Contramedidas Temporales/Permanentes

Los diagramas de flujo de las Figuras 2.5.2 y 2.5.5 explican el procedimiento de selección de contramedidas temporales y permanentes.

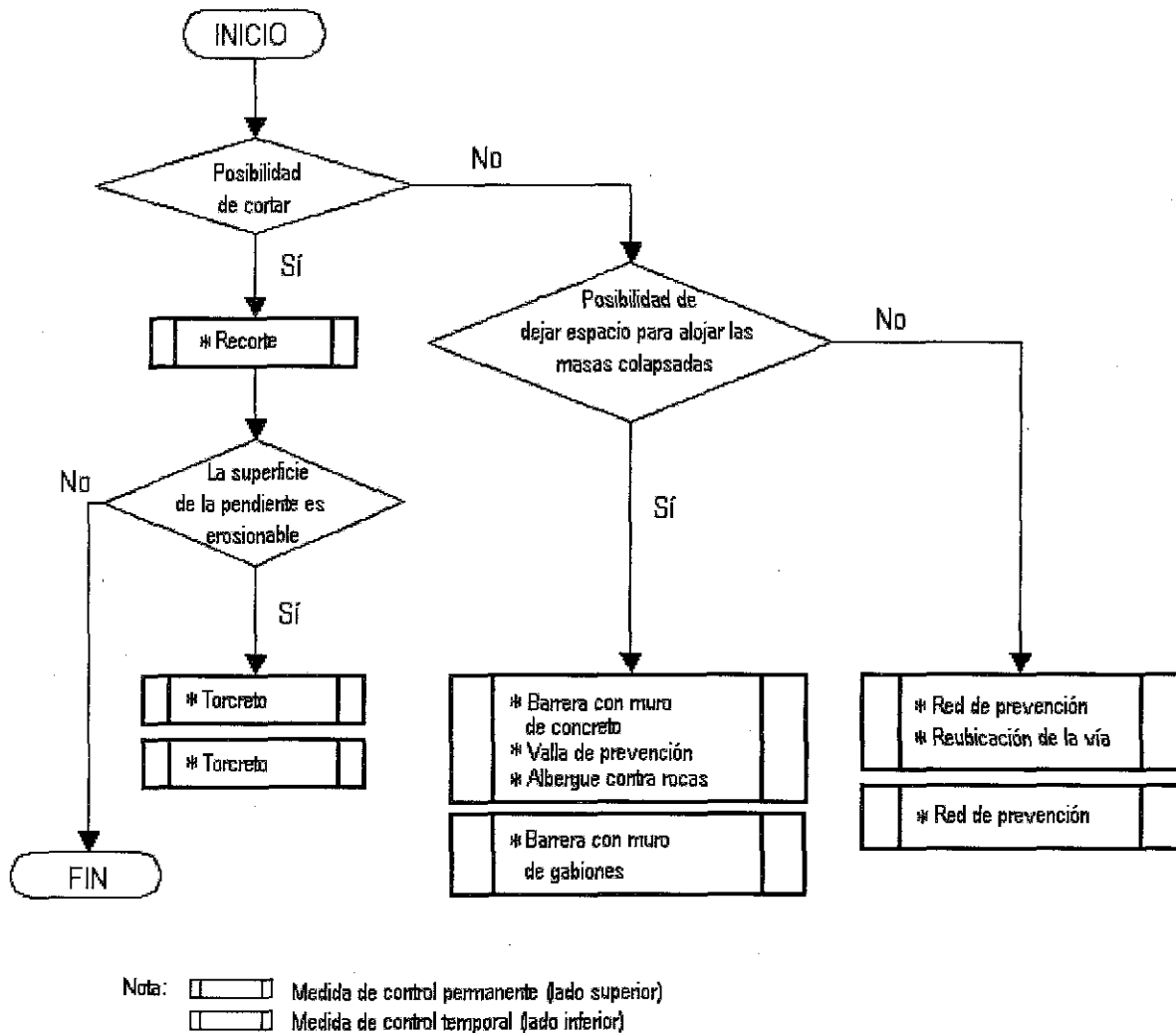


Figura 2.5.5 . Selección de medidas de control temporales y permanentes para colapso de rocas

c) Deslizamiento de Talud

i) Contramedidas de Emergencia

En la Figura 2.5.6 se presenta un procedimiento de selección de contramedidas de emergencia en caso de deslizamiento de talud.

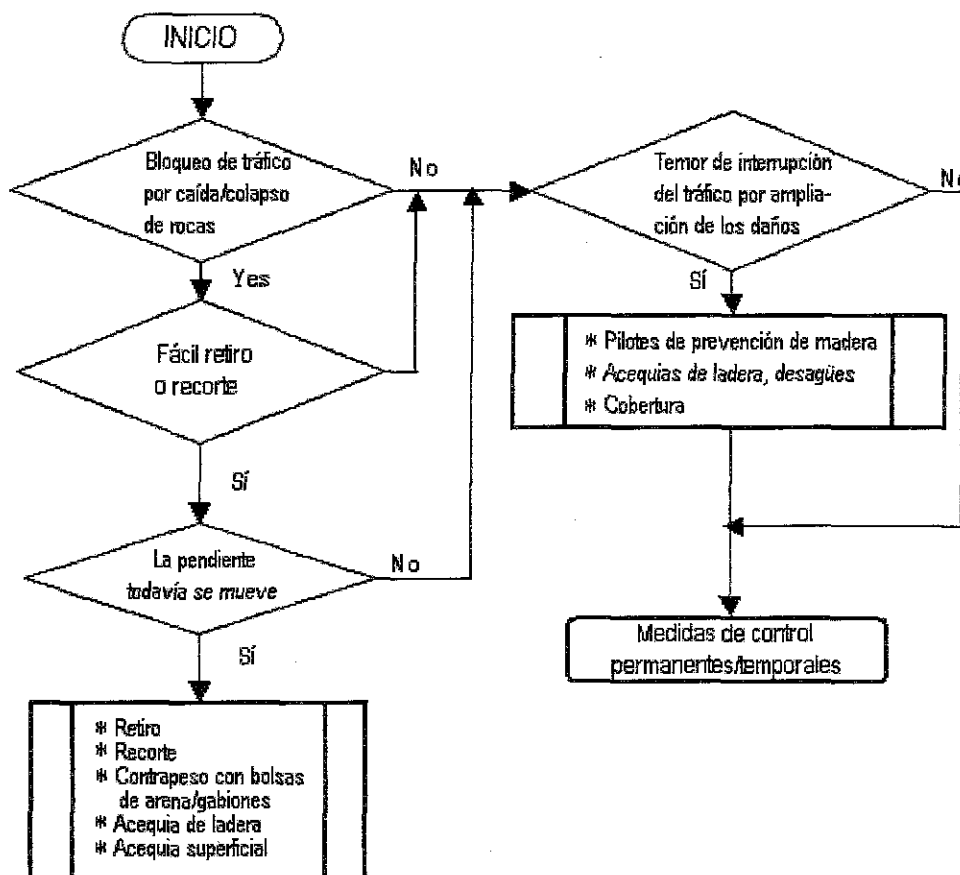


Figura 2.5.6 Selección de Contramedidas de Emergencia para Deslizamiento de Talud



ii) Contramedidas Temporales/Permanentes

Los diagramas de flujo de las Figuras 2.5.2 y 2.5.7 explican el procedimiento de selección de contramedidas temporales y permanentes

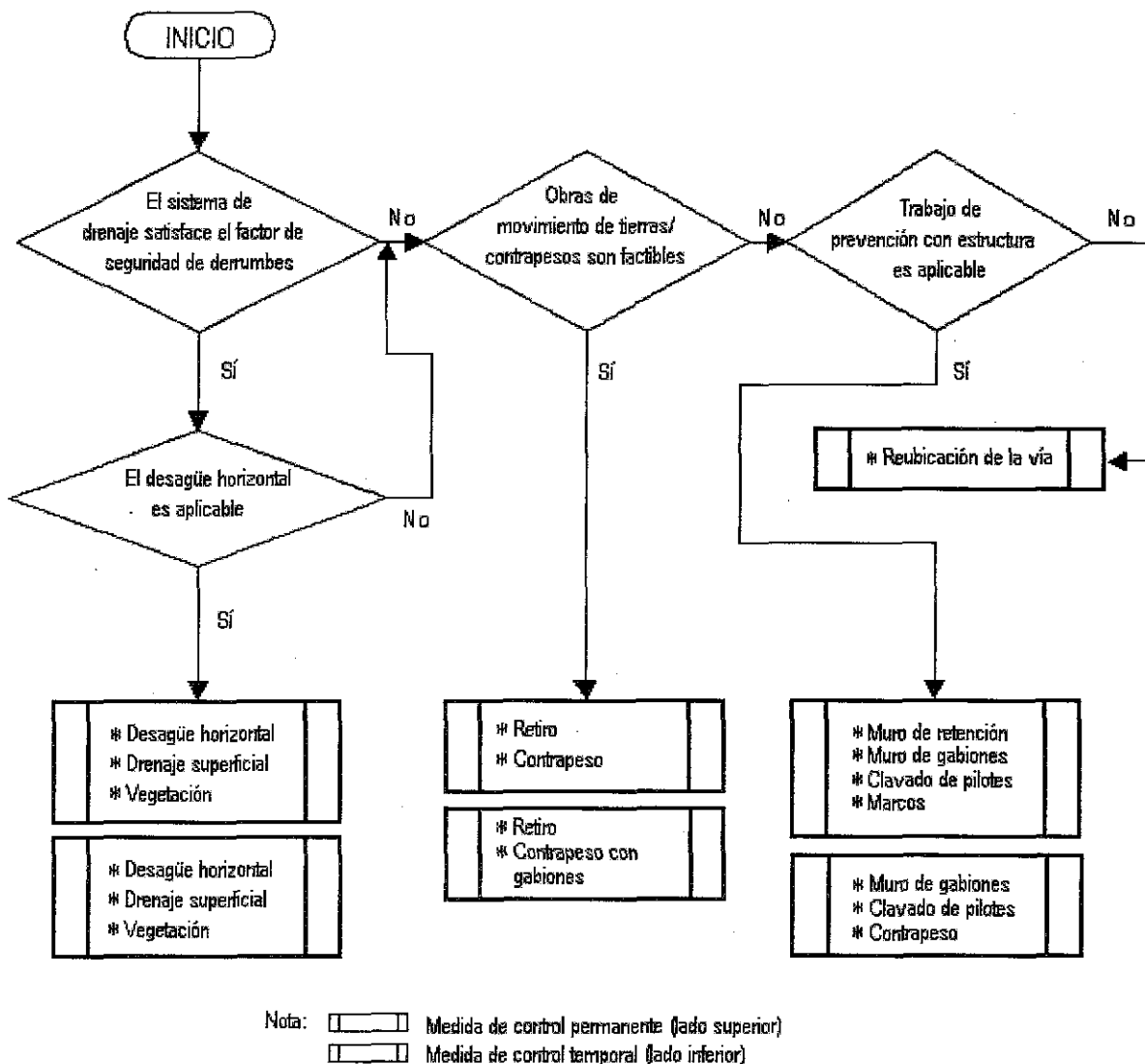


Figura 2.5.7 Selección de medidas de control de daños a la pendiente

**d) Alud de Fango**

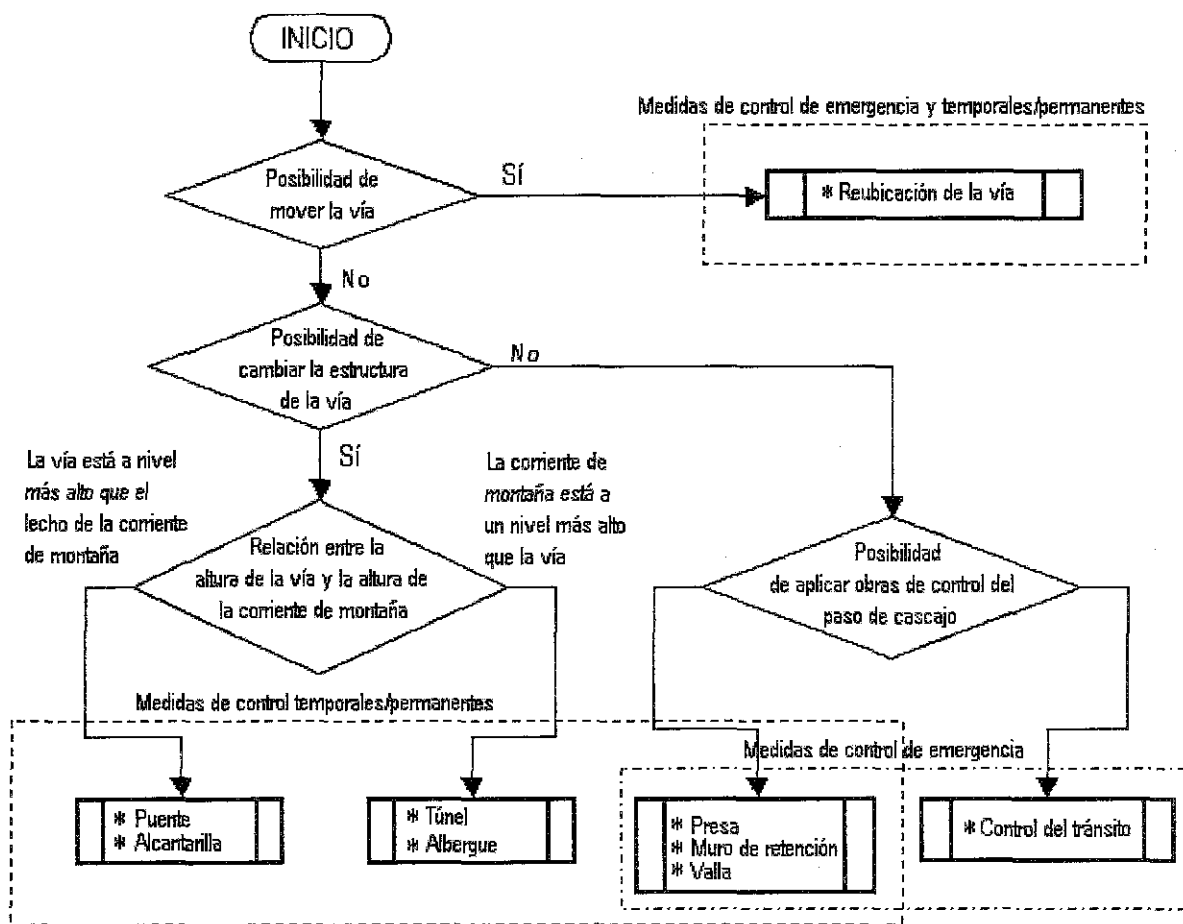
**i) Contramedidas de Emergencia**

Las medidas de control de emergencia se centran en mantener libre la vía sin cerrar ninguna sección al tráfico ni las personas ante la ocurrencia de algún daño vial no previsto:

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

**ii) Contramedidas Temporales/Permanentes**

El diagrama de flujo de la Figura 2.5.8 explica el procedimiento de selección de medidas de control de emergencia y temporales/permanentes.

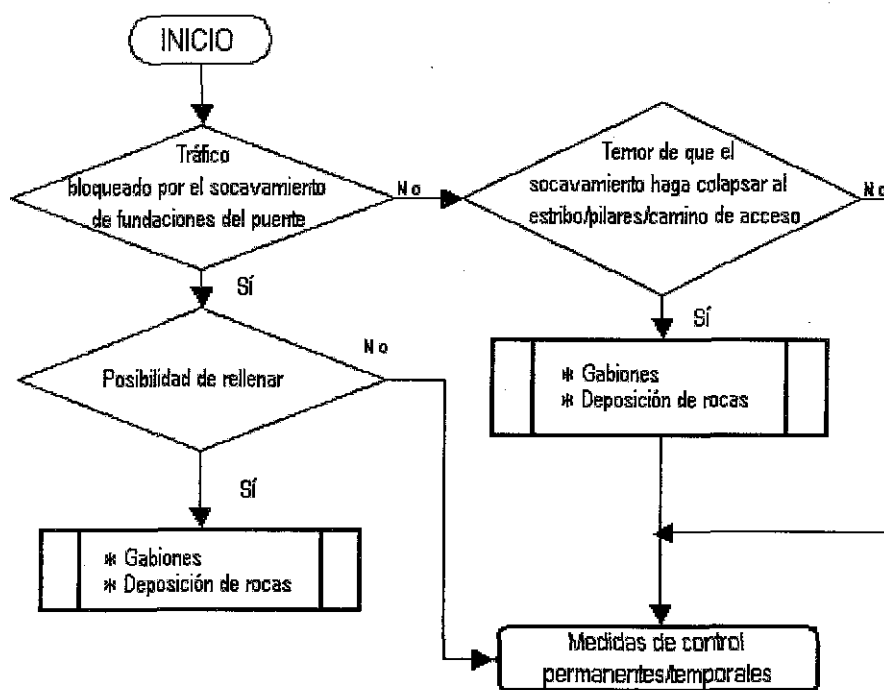


**Figura 2.5.8 Selección de Contramedidas para Alud de Fango**

**e) Socavación de Cimiento de Puente**

**i) Contramedidas de Emergencia**

En la Figura 2.5.9 se presenta un procedimiento de selección de contramedidas de emergencia en casos de socavación de cimiento de puente.

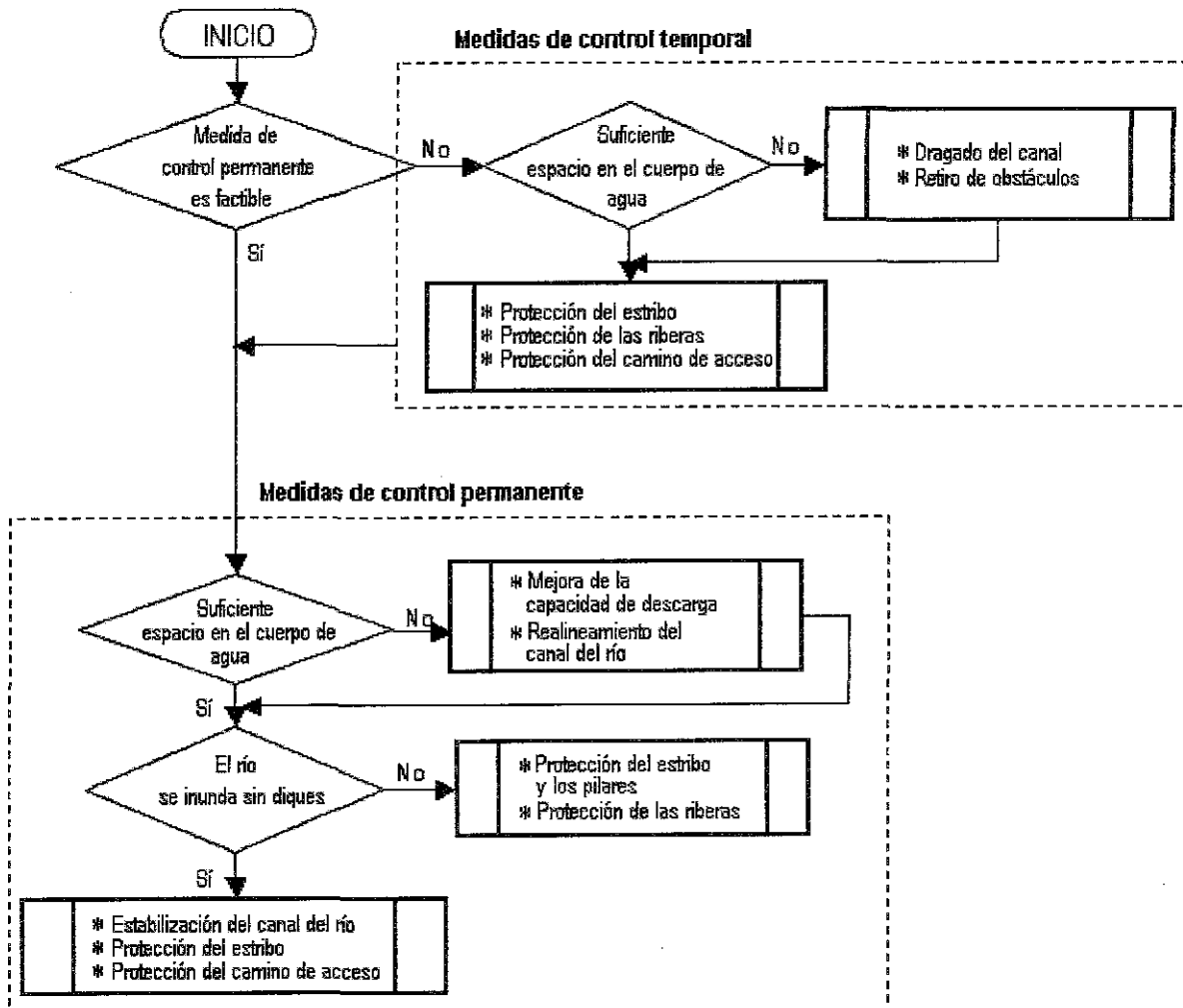


**Figura 2.5.9**

**Selección de Contramedidas de Emergencia para la Socavación de Cimiento de Puente**

ii) Contramedidas Temporales/Permanentes

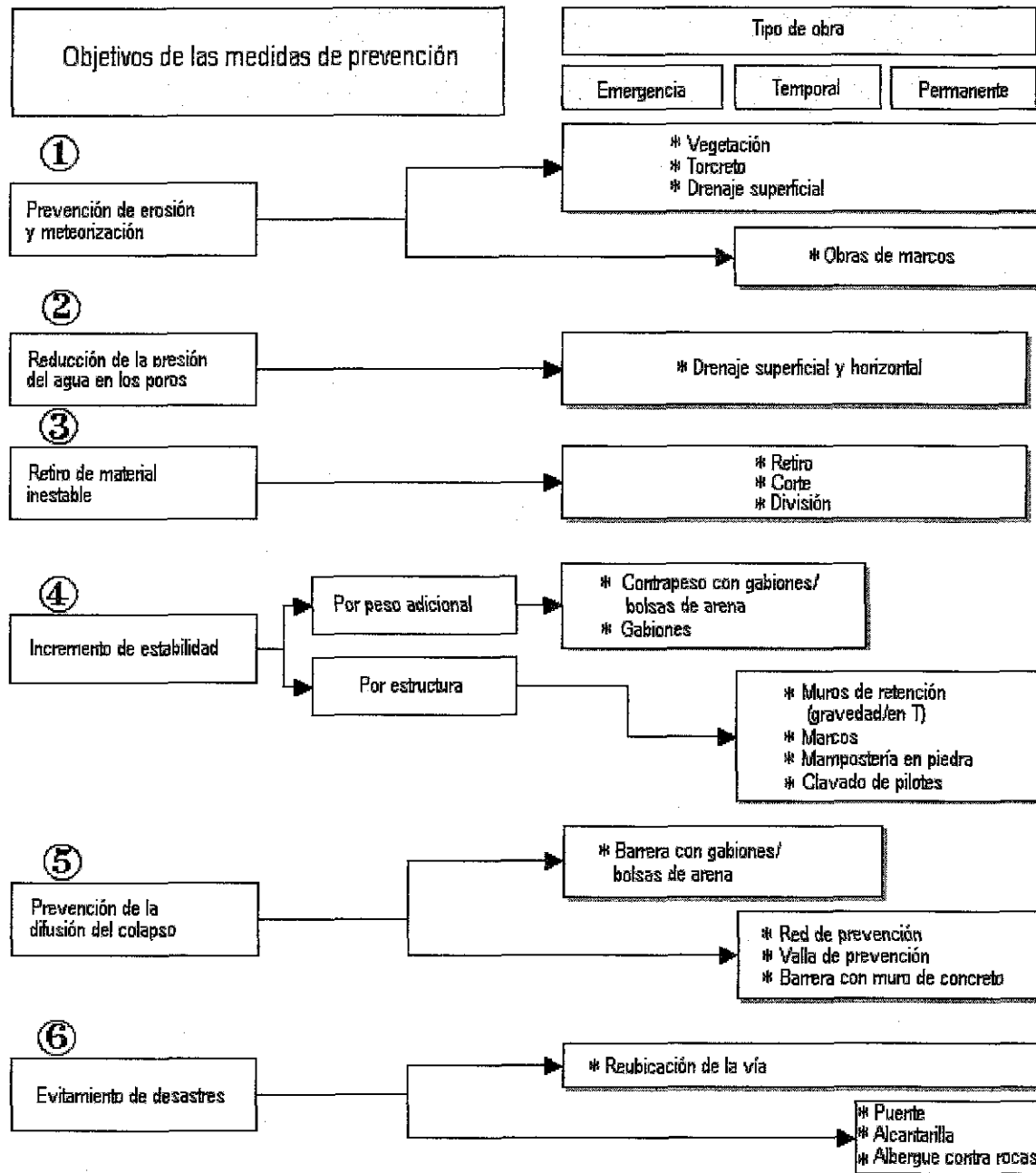
El diagrama de flujo de la Figura 2.5.10 explica el procedimiento de selección de medidas de control de emergencia y temporales/permanentes.



**Figura 2.5.10**  
**Selección de Contramedidas Temporales**  
**y Permanentes para Socavación de Cimiento de Puente**

**f) Resumen de Contramedidas de Prevención de Desastres**

Las contramedidas de prevención de desastre se clasifican en seis grupos, atendiendo a su propósito y su aplicación. La relación entre los objetivos de las medidas de control y el tipo de las obras se ilustra en la Figura 2.5.11.

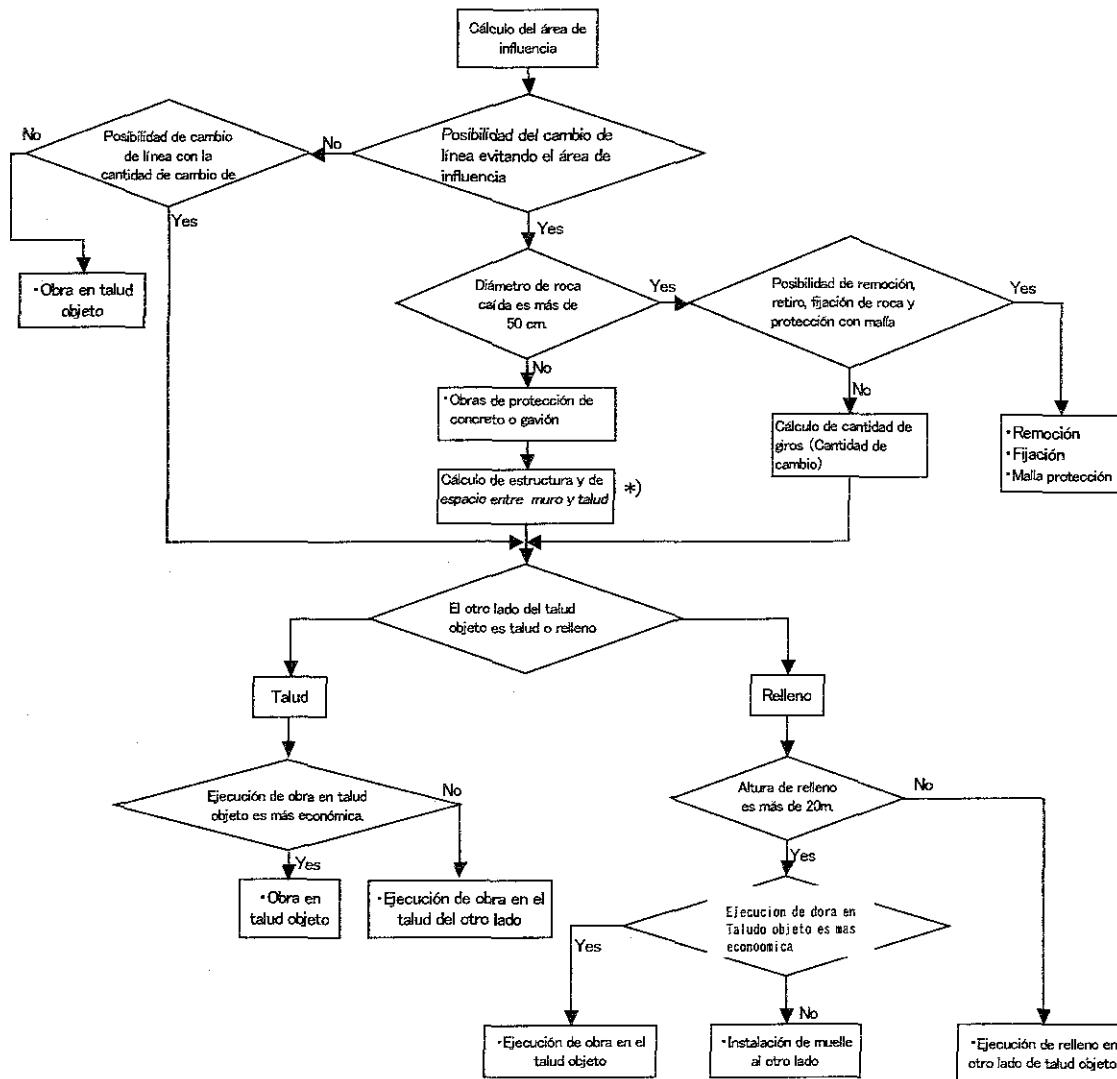


**Figura 2.5.11 Relación entre los Objetivos de Contramedidas de Prevención y Tipo de Obras de Construcción**

**g) Contramedidas del Cambio de Línea**

El cambio de línea se ejecuta a base del flujo que se muestra en la Figura 2.5.12

Una de las contramedidas es la evasión desde el área de influencia de caída de rocas a través del cambio de línea.



**Figura 2.5.12 Flujo de Contramedidas por el Cambio de Línea**

Tabla 2.5.3 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(1) Movimientos de tierras	Retiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilizar una pendiente retirando sus partes inestables</li> <li>- Retirar rocas inestables antes de que caigan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortar el talud</li> <li>- Generalmente se aplica a rocas de tamaño mediano y grande.</li> </ul> <p><b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daños al talud</b> <b>Paso de cascajo</b></p>	
	Recorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilizar una pendiente cortándola hasta que tenga un gradiente óptimo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortar el talud (suelo y rocas)</li> </ul> <p><b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daños a la pendiente</b> <b>Paso de cascajo</b></p>	
	Precorte de rocas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilizar una pendiente dividiéndola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aplica a rocas enormes.</li> </ul> <p><b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Paso de cascajo</b></p>	
	Terraplenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenar una cavidad creada por erosión, arrastre, etcétera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortar o rellenar el talud.</li> </ul> <p><b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b> <b>Alud de fango</b></p>	

Tabla 2.5.4 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

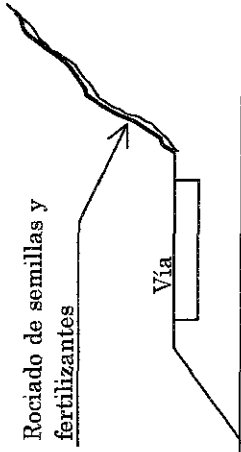
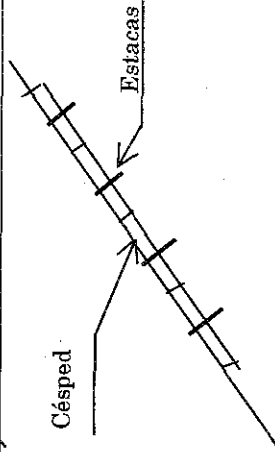
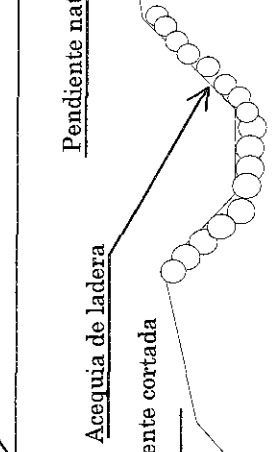
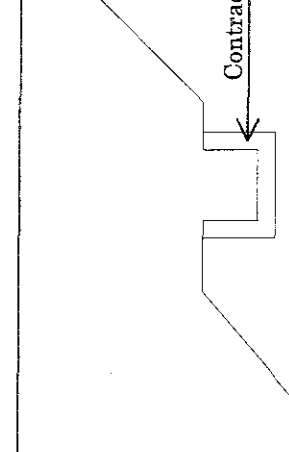
Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(2) Vegetación	Hidrosiembra	- Evitar la erosión, arrastre y meteorización del talud cubriéndola con vegetación.	- Se aplica principalmente a rocas meteorizadas, rocas blandas y superficies del talud cortada y rellenada. <b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b> <b>Alud de fango</b>	
	Vegetación	- Evitar la erosión, arrastre y meteorización del talud cubriéndola con vegetación.	- Rellenar pendientes - Cortar talud (suelo)	
(3) Drenaje superficial	Acequia de ladera	- Evitar erosión y socavamiento de la superficie del talud recogiendo la escorrentía a lo largo de la parte superior de una pendiente cortada	<b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b> <b>Alud de fango</b> - Cortar talud - Rocas y suelo meteorizado	
	Contracuneta	- Evitar la erosión y el socavamiento de la superficie del talud recogiendo el agua en una contracuneta.	- Cortar y rellenar talud. - Rocas meteorizadas y suelo	
			<b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b>	



Tabla 2.5.5 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

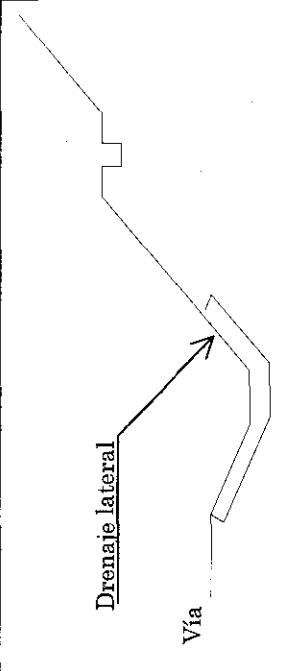
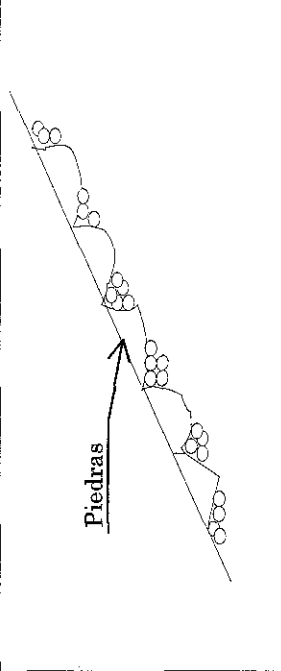
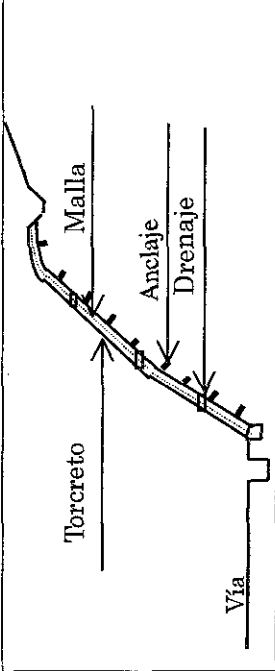
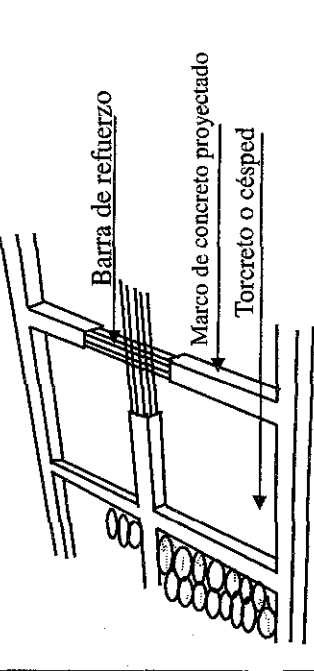
Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(3) Drenaje superficial	Drenaje lateral	- Evitar que la escorrentía alcance la superficie de la vía.	- Cortar y rellenar pendientes.	
(4) Estructura	Enchapado en piedra	- Proteger un talud enchapándola en piedra.	<b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b>  - Usualmente se aplica a pendientes más suaves que 1.5:1	
	Torcreto	- Proteger un talud cubriéndola con concreto proyectado (o mortero)	<b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b>  - Cortar pendiente (rocas) - No aplicable a pendientes con mucha agua de infiltración. <b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b> <b>Alud de fango</b>	
	Marco de concreto proyectado	- Proteger un talud cubriéndola con un marco hecho con pistola.	- Aplicable a pendientes más agudas que 1.0:1. - Aplicable a superficies onduladas.  <b>Caída/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Daño al talud</b> <b>Alud de fango</b>	

Tabla 2.5.6 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
	Muro de gabiones	- Proteger un talud de deslizamientos por resistencia a la presión de la tierra.	- Se aplica principalmente al pie de un talud de relleno con agua de infiltración.  Caída/colapso de rocas Colapso de rocas Daño al talud Alud de fango	
	Muros de mampostería en piedra	- Proteger un talud de deslizamientos por resistencia a la presión de la tierra.	- Aplicable a una pared de mampostería en piedra con altura inferior a 5 m. - Generalmente se aplica a talud cortados o rellenados. Caída/colapso de rocas Colapso de rocas Daño al talud Alud de fango	
	Muro de retención por gravedad	- Proteger un talud de deslizamientos por resistencia a la presión de la tierra.	- Aplicable a muros con altura inferior a 3 m. - Generalmente se aplica a talud cortados o rellenados. Caída/colapso de rocas Colapso de rocas Daño al talud Alud de fango	
(4) Estructura	Muro de retención en forma de T	- Proteger un talud de deslizamientos por resistencia a la presión de la tierra.	- Usualmente se aplica a muros de entre 3 y 10 m de altura - Generalmente se aplica a talud cortados o rellenados. Caída/colapso de rocas Colapso de rocas Daño al talud Alud de fango	

Tabla 2.5.7 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(4) Estructura	Colocación de pilotes	- Proteger un talud de deslizamientos por resistencia a la presión de la tierra con pilotes.	- Aplicable a talud más agudas que 1.0:1. - Aplicable a superficies onduladas.  <b>Daño al talud Alud de fango</b>	
(5) Protección	Red de prevención	- Evitar que las rocas que caigan alcancen la vía colocando una red de alambre para captación.	- Se aplica donde la vía no tiene espacio a los lados. - No es adecuado para pendientes con rocas que se meteoricen fácilmente.  <b>Caída/colapso de rocas Colapso de rocas</b>	
	Valla de prevención	- Evitar que las rocas que caigan alcancen la vía, colocando una valla de captación.	<b>Caída/colapso de rocas Colapso de rocas</b>	
	Barrera con muro de concreto	- Evitar que las rocas que caigan alcancen la vía colocando un muro de concreto.	<b>Caída/colapso de rocas Colapso de rocas</b>	

Tabla 2.5.8 Tipo de Contramedidas (Daños en Talud)

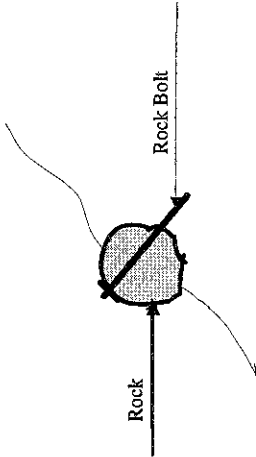
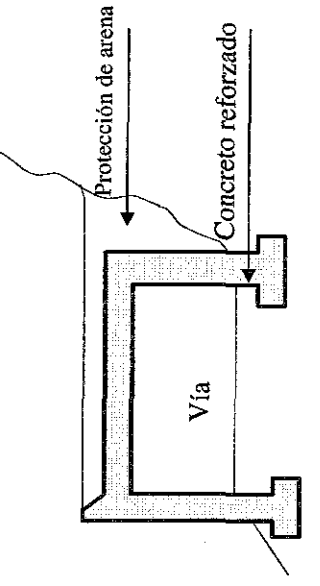
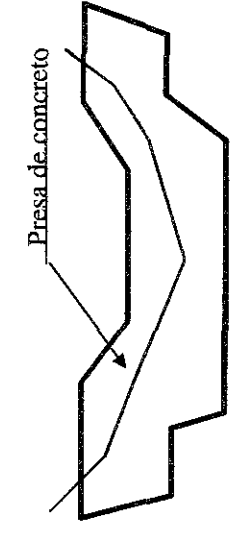
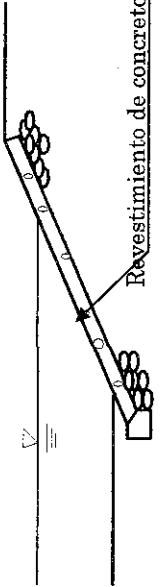
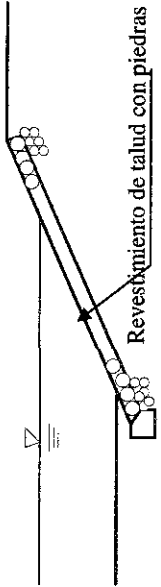
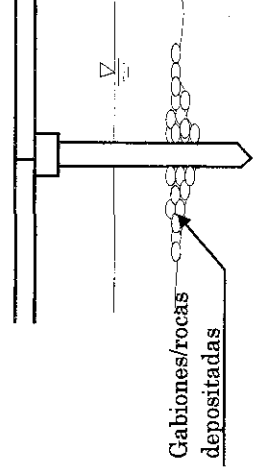
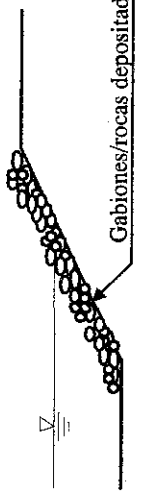
Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(5) Protección	Pernos de anclaje	- Evitar que las rocas inestables caigan anclándolas a la roca madre con pernos.	- Aplicable a rocas inmensas.	
	Albergue contra rocas	- Evitar que las rocas inestables caigan, y el paso de cascajo, mediante un albergue contra rocas.	<b>Caida/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> - Cortar pendiente - Alud de fango	
	Presa de concreto	- Proteger un talud del alud de fango mediante una presa de concreto.	<b>Caida/colapso de rocas</b> <b>Colapso de rocas</b> <b>Alud de fango</b> - Alud de fango	
			<b>Alud de fango</b>	

Tabla 2.5.9 Tipo de Contramedidas (Socavación de Cimiento de Puente)

Clasificación	Tipo de obras	Características funcionales	Aplicación	Ilustración
(1) Protección de estribos y pilares	Revestimientos de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteger del socavamiento al estribo de un talud de relleno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usualmente se aplica a pendientes más suaves que 1:1</li> </ul>	
	Revestimientos de taludes con piedras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteger del socavamiento al estribo de un talud de relleno</li> </ul>	<p><b>Puente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Usualmente se aplica a talud más suaves que 1:1</li> </ul>	
	Protección con gabiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar que las rocas que caigan alcancen la vía de colocación una valla de captación.</li> </ul>	<p><b>Puente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicable a puentes largos y cortos.</li> </ul>	
	Deposición de rocas/protección con gabiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar que un estribo se socave colocando rocas o gabiones.</li> </ul>	<p><b>Puente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicable a puentes largos y cortos.</li> <li>Generalmente se aplica en obras de emergencia.</li> </ul>	

**2.5.3 Selección de Criterio del Trabajo de Mantenimiento / Reparación para Medida**

Los trabajos de mantenimiento y reparación después de construir las medidas son muy importantes. Su resultado es demostrado por la ejecución de mantenimiento y reparación. Los métodos de selección de los trabajos de mantenimiento y reparación se describen en las tablas 2.5.11 y 2.5.12. Para seleccionar el mejor método, es necesario decidir el método considerando la situación de sitio.

**Tabla 2.5.11 Selección de Criterio de los Trabajos de Mantenimiento / Reparación para las Medidas contra Daños de Taludes**

Método de Medidas	Fenómeno		Selección de Medidas para Mantenimiento
Cortar de nuevo	Caída de rocas		Cortar de nuevo
	Derrumbe de rocas		Remoción parcial
	Meteorización		Tocreto
	Erosión		Malla preventiva
Terraplén	Deslizamiento		Contrapeso
	Erosión		Relleno
Vegetación	Plantación de vegetación		Vegetación
Drenaje	Acumulación de rocas y tierras caídas		Obra de sostenimiento
	Destrucción		Aumento de facilidades de drenaje
	Captación de falta de agua		Revisión en la temperatura de plantación tentativa y tiempo de aguacero
Muro de retención	Deformación		Cambio de método de construcción
	Destrucción		Eliminación de escombros acumulados
Obra sostenimiento de	Aflojamiento y profundización de materiales rellenos		Reestructuración de fragmentación
	Grietas		Cambio de gradiente
	Salida de materiales rellenos		Mejora de capacidad de resistencia
	Reducción de tensión de anclaje		Compactación
Shotocrete	Grietas		Relleno de tierras o cantos rodados
	Abolladura		Consolidación
	Derrumbe		Relleno de tierras
Malla preventiva	Daños en malla		Inyección de mortero
	Aflojamiento de cuerdas	Construcción de nueva obra de sostenimiento en la antigua	
	Aflojamiento de anclaje	Instalación de tubos de drenaje	
Gaviones	Corrosión de cables	Re-apriete	
	Desaparición de piedras rellenas	Reponer de nuevo	
Barreras de concreto	Deformación		
	Destrucción		

**Tabla 2.5.12 Selección de Criterios del Trabajo de Mantenimiento / Reparación para Medidas de socavación de Fundación de Punte**

Método de Medidas	Fenómeno		Selección de Medidas para el Mantenimiento
Revestimiento de concreto	Grietas		Reestructuración de fragmentación
	Destrucción		Re-relleno
	Derrumbe		Reponer de nuevo
Revestimiento pedraplén	Grietas		Inyección de concreto
	Destrucción		Inyección de mortero
	Derrumbe		Reparación parcial de cables
Protección por gaviones	Corrosión de cables		
	Desaparición de piedras rellenas		
Concreto para la protección de pies de drenaje	Grietas		
	Destrucción		
	Derrumbe		
Bloque de concreto prefabricado para la protección de muro de retención	Salida		
	Destrucción		





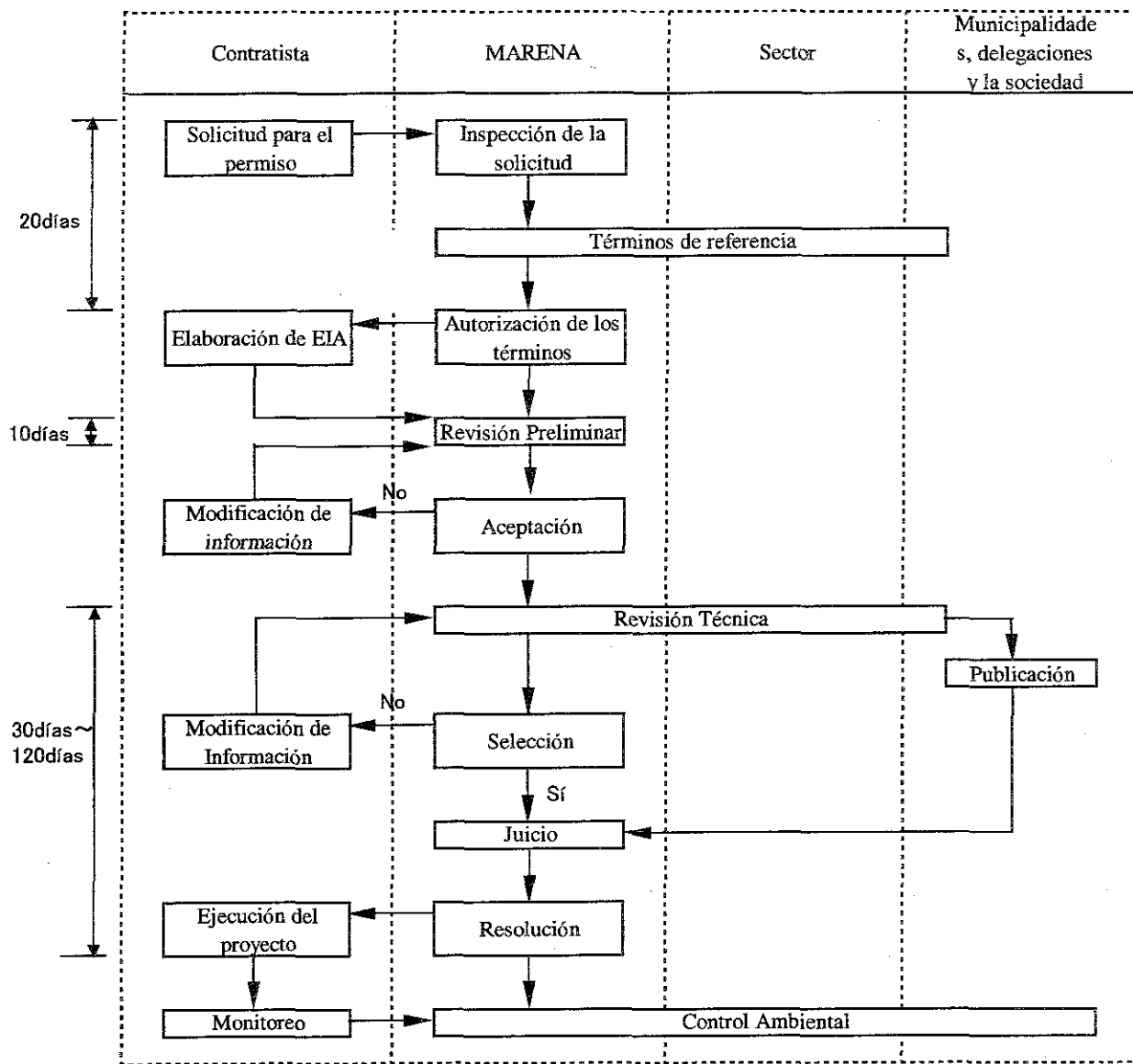
## **APÉNDICES 1**



**Artículo 5 En la Ley de Permiso de Regulación y Evaluación del Impacto Ambiental**

Las investigaciones sobre el impacto en el medio ambiente y la presentación de documentos son necesarias para la adquisición del permiso de los siguientes proyectos y actividades:

- a) La prospección y las minas de oro, zinc, cobre, plata, hidrocarburo y otros recursos subterráneos de metal licuado.
- b) Para otros minerales, la prospección y la mina cuando el yacimiento existe en un área biológica frágil o un área protegida por la ley.
- c) Criaderos intensivos o semi-intensivos de camarones y de otra vida marítima.
- d) Cambio de uso de la tierra en áreas forestales, cambio de plan de instalaciones forestales en un área mayor de 5,000 ha, uso forestal en las áreas inclinadas con un talud de 35 % o más y la construcción de caminos forestales transitables todo el año.
- e) Plantas de generación de energía, de toda clase, más de 5 MW y cables eléctricos de 69 KW o más.
- f) Puertos, aeropuertos, aeropuertos para pulverización química agrícola, mineral, hidrocarburo y terminales de productos originales.
- g) Tendido de oleoducto, gaseoducto, canal transportador de minerales.
- h) Construcción de sistemas de drenaje de gran escala, plantas purificadoras del agua, sistemas de aguas residuales, tubería de aguas residuales y presas (incluyendo presas pequeñas).
- i) Construcción de dragado y cambio de canal de escurrimiento de escorrentías.
- j) Manejo y reclamación de un incinerador para industrias, materiales químicos, materiales venenosos y otros.
- k) Reclamación de compuesto de instalaciones turísticas, edificios e instalaciones deportivas en áreas biológicas frágiles o áreas protegidas por la ley.
- l) Construcción de compuestos de instalaciones pesqueras o plantas, gran matadero, fábricas de alimentos y bebidas, ingenios de azúcar, plantas destiladoras de alcohol, fábricas de fibras y de costura, curtidurías, fábricas de productos químicos agrícolas, fábricas de pintura y solvente de laca, refinerías de petróleo, fábricas siderúrgicas, fábricas metalúrgicas, fábricas de cromo, fábricas químicas y petroquímicas, industria de cemento y manufactureros de batería.



Fuente) MARENA 1998

Sector : Sector: sección que influye al proyecto

**Figura A-1.1 Proceso de Evaluación Ambiental**

JICA