

## CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE RIESGOS

### TABLA DE CONTENIDO

<b>7.1 ANÁLISIS DE RIESGOS</b> .....	<b>3</b>
7.1.1 DEFINICIONES .....	3
7.1.2 METODOLOGÍA .....	4
7.1.2.1 Riesgo del ambiente al proyecto.....	4
<i>De origen antrópico</i> .....	5
7.1.2.2 Riesgo del proyecto al ambiente.....	5
7.1.3 ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL AMBIENTE AL PROYECTO .....	9
7.1.3.1 Terremotos.....	9
7.1.3.2 Erupciones Volcánicas .....	16
7.1.3.3 Inundaciones .....	19
7.1.3.4 Deslizamientos de Tierra .....	23
7.1.3.5 Violencia Civil .....	29
7.1.3.6 Presión Antrópica .....	29
7.1.3.7 Incendios .....	30
7.1.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE .....	31
7.1.4.1 Erosión .....	31
7.1.4.2 Accidentes Sociales.....	35
7.1.5 EVALUACIÓN DEL RIESGO.....	35
7.1.5.1 Matriz de Evaluación de Riesgos del Ambiente al Proyecto.....	35
7.1.5.2 Matriz de Evaluación de Riesgos del Proyecto al Ambiente.....	39

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7- 1: Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgo .....	6
Tabla 7- 2: Descripción de categorización de Riesgos Estimación del Riesgo .....	6
Tabla 7- 3: Criterio de evaluación de ocurrencia de eventos.....	7
Tabla 7- 4: criterio de evaluación de severidad o gravedad del daño.....	7
Tabla 7- 5: Estimación de la Capacidad de Recuperación de un Sistema .....	8
Tabla 7- 6: Estimación de Afectación .....	8
Tabla 7- 7: Matriz de Evaluación y Gestión de Riesgos .....	9
Tabla 7- 8: Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 1 .....	36
Tabla 7- 9: Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 2 .....	37
Tabla 7- 10: Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 3 .....	38
Tabla 7- 12: Matriz de Evaluación de Riesgos del Proyecto al Ambiente en la Zona 1 .....	39
Tabla 7- 13: Matriz De Evaluación De Riesgos del Proyecto al Ambiente en la Zona 2 .....	40

Tabla 7- 14: Matriz De Evaluación De del Proyecto al Ambiente Riesgos en la Zona 3 ..... 40

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7- 1: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 1 .....	10
Figura 7- 2: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 2. Tramo Inga – Tisaleo .....	12
Figura 7- 3: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 2. Tramo Tisaleo – Chorrillos (Inf.) .....	13
Figura 7- 4: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 3 .....	14
Figura 7- 5: Terremotos con Intensidad Superior a VIII en Ecuador .....	15
Figura 7- 6: Volcanes Potencialmente activos del Ecuador .....	17
Figura 7- 8: Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador Continental .....	18
Figura 7- 8: Registro histórico de Inundaciones en un periodo de 10 años .....	19
Figura 7- 9: Nivel de Amenaza por Inundaciones en el Ecuador .....	20
Figura 7- 10: Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 1 .....	21
Figura 7- 11: Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 2 .....	22
Figura 7- 12: Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 3 .....	23
Figura 7- 13: Nivel de Amenaza por deslizamiento en Ecuador .....	24
Figura 7- 14: Deslizamientos Ocurridos en Ecuador en un periodo de 10 años .....	25
Figura 7- 15: Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 1 .....	26
Figura 7- 17: Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 2. Tramo Tisaleo – Chorrillos (Sup) y Tramo Inga – Tisaleo (Inf) .....	27
Figura 7- 17: Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 3 .....	28
Figura 7- 18: Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 1 .....	31
Figura 7- 19: Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 2. Tramo Inga – Tisaleo (Sup.) y Tramo Tisaleo – Chorrillos (Inf.) .....	32
Figura 7- 20: Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 3 .....	34

---

## CAPÍTULO 7

### ANÁLISIS DE RIESGOS

#### 7.1 ANÁLISIS DE RIESGOS

El riesgo se describe como la posibilidad de que acontezca un evento natural y/o antrópico que puede destruir vidas y medios de subsistencia. En este capítulo, se evaluarán los riesgos relacionados con la ejecución del proyecto y sus implicaciones sobre el entorno y aquellos que por su ubicación podrían representar riesgos del ambiente al proyecto, a fin de ser una herramienta útil para la toma de decisiones sobre la necesidad o no de adoptar las acciones preventivas que se requieran.

Con el fin de valorar y jerarquizar los riesgos naturales y antrópicos asociados a la potencialidad de afectar las obras de construcción, operación y abandono del proyecto del Sistema de Transmisión de Extra Alta Tensión y Sistemas Asociados, se han considerado las amenazas y vulnerabilidades existentes; se ha determinado su origen, gravedad y magnitud para la ejecución del proyecto.

##### 7.1.1 DEFINICIONES

**Amenaza:** Factor de riesgo externo de un sujeto o un sistema, representado por un peligrosante asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, y/o el medio ambiente. Matemáticamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado. (Programa de Información e Indicadores de Gestión de Riesgos, 2002)

**Vulnerabilidad:** Es la probabilidad de que ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente, producto de la intensidad del evento y la fragilidad de los elementos expuestos.

**Riesgo:** Se lo define como una función de la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de un peligro y la magnitud de las consecuencias (un efecto adverso a escala individual o colectiva). Ambas son condiciones necesarias para expresar al riesgo, el cual se define como la probabilidad de pérdidas, en un punto geográfico definido y dentro de un tiempo específico. Mientras que los sucesos naturales no son siempre controlables, la vulnerabilidad sí lo es. (EIAD Chespi Palma Real. 2012)

En tal virtud, el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, donde:

(Probabilidad vs Consecuencia) = Riesgo = f (Amenaza x Vulnerabilidad x Capacidad de respuesta)

$$R = f (A \times V \times Cr)$$

Por ello, para poder evaluar cuantitativamente los riesgos, se realizó en primera instancia la identificación de los peligros asociados al proyecto, entendiendo como tales toda fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones; y en segunda instancia la estimación de riesgos como resultado de valorar la probabilidad y las consecuencias de la materialización de un peligro, obteniendo como calificación final la magnitud del riesgo.

## 7.1.2 METODOLOGÍA

Se realizará dos tipos de análisis, el primero estará enfocado a la determinación de riesgos del ambiente al proyecto y la segunda parte se evaluará los riesgos del proyecto hacia el entorno.

### 7.1.2.1 Riesgo del ambiente al proyecto

Para el análisis de los riesgos del ambiente al proyecto se ha tomado como fuente principal la cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador, generada en el año 2001 por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos del Ecuador (SNGR) y las matrices de eventos naturales históricos.

En base a los reconocimientos de campo realizados, se identificaron las vulnerabilidades y amenazas, las mismas que fueron evaluadas en la matriz de riesgos correspondiente.

Los datos históricos o técnico-científicos puestos a disposición por los diferentes organismos especializados como el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional-IG-EPN, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI y la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos-SNGR, se estiman y consideran como causas probables según la frecuencia o intensidad del evento.

En tal virtud se han considerado para el análisis las siguientes amenazas:

*De origen natural:*

- Terremotos
- Movimientos de masa; deslizamientos, derrumbes, aluviones, etc.
- Erupciones volcánicas; formación de lahares, caída de ceniza, etc.
- Inundaciones; incremento de media de precipitaciones en periodo reducido de tiempo.

**De origen antrópico**

- Presión antrópica, como deforestación, asentamientos ilegales.
- Incendios
- Violencia civil; manifestaciones, destrucción de instalaciones, toma de instalaciones, toma de rehenes, robos, asaltos, atracos con violencia.

**7.1.2.2 Riesgo del proyecto al ambiente**

En primer lugar se identificaron los principales riesgos que se generan con la implementación del proyecto, estos fueron:

- Erosión del suelo.
- Accidentes Sociales
- Accidentes viales
- Aplastamientos por maquinaria
- Atrapamientos
- Caída de cargas elevadas

Para el proceso de identificación y evaluación de riesgos tanto del proyecto al ambiente como del ambiente al proyecto, se utilizó la Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgos propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996:

**Tabla 7- 1:** Matriz de Evaluación y Estimación de Riesgo  
**NIVELES DE RIESGO**

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España  
**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSUSUA C.LTDA

La interpretación de los términos empleados para categorizar los tipos de riesgos se encuentra en la siguiente tabla 7-2:

**Tabla 7- 2:** Descripción de categorización de Riesgos Estimación del Riesgo

Riesgo	Descripción
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzarse ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

La descripción de la categorización de probabilidad es la siguiente:

**Tabla 7- 3:** Criterio de evaluación de ocurrencia de eventos

PROBABILIDAD	CRITERIO
BAJA	El daño ocurrirá <b>raras veces</b> . Una vez cada siglo, década o año, según el factor evaluado.
MEDIA	El daño ocurrirá <b>en algunas ocasiones</b> . Puede presentarse con una periodicidad de más de una vez por década o al año, según el factor evaluado.
ALTA	El daño <b>ocurrirá siempre o casi siempre</b> . Se presentará a diario o semanal.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996

**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

Para evaluar los criterios de severidad o gravedad de los eventos potenciales a presentarse, según los posibles daños o afectaciones, se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 7- 4:** Criterio de evaluación de severidad o gravedad del daño

GRAVEDAD	SEVERIDAD DEL DAÑO
LIGERAMENTE DAÑINO	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia de medidas preventivas no ha sido comprometida del todo, pero se requiere una revisión y mejoras en la gestión preventiva.
DAÑINO	Al presentarse un evento, se hace evidente de inmediato, se requiere de la intervención de equipos internos de socorro. Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido de inmediato.
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posibles la generación de fallos o eventos de mayor gravedad. Se pone en evidencia que el conjunto de medidas preventivas pueden resultar ineficaces.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996

**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

Para la evaluación de la variable de Capacidad de Adaptación o Recuperación se utilizó la tabla 7-5 que especifica y cuantifica como: alta, media o baja a las capacidades internas y externas.

**Tabla 7- 5:** Estimación de la Capacidad de Recuperación de un Sistema

CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN / RECUPERACIÓN	
<b>ALTA</b>	Horas o días; menos de US\$ 10.000,00
<b>MEDIA</b>	Días a semanas entre; US\$ 10.000 a 100.000,00
<b>BAJA</b>	Puede tomar varios meses o años; montos superiores a US\$ 100.000,00

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996  
**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

Para la estimación de la afectación de un sistema por efecto natural o antrópico se empleó una escala de 0 a 10; siendo que 0 representa ninguna perturbación o afectación al sistema y 10 la máxima alteración, afectación y/o daño del sistema. Estos valores evalúan y dan un valor cuantitativo estimado de afectación a la: vida y salud (V/S), calidad ambiental (C.A.), propiedad (Prp) y producción (Prod). A continuación se presenta la tabla de estimación y afectación:

**Tabla 7- 6:** Estimación de Afectación

Estimación de afección 1-10	
0 a 1	nula o casi imperceptible
2 a 3	poco palpable o cuantificable
4 a 5	múltiples evidencias físicas
6 a 7	muy evidente
8 a 9	extremadamente evidente
10	catastrófica

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)-España, 1996  
**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

Finalmente, identificados y evaluados todos los aspectos anteriormente mencionados se combinan en la matriz que a continuación se detalla para la evaluación de riesgos tanto del ambiente al proyecto como del proyecto al ambiente:

**Tabla 7- 7:** Matriz de Evaluación y Gestión de Riesgos

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables, frecuencia			Estimación de la afección				RIESGO TOTAL
	PROBABILIDAD			Consecuencia			Estimación del Riesgo															
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2	B 3	V/S	CA	Prp	Prod				
1																						
2																						
3																						
etc																						

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

### 7.1.3 ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DEL AMBIENTE AL PROYECTO

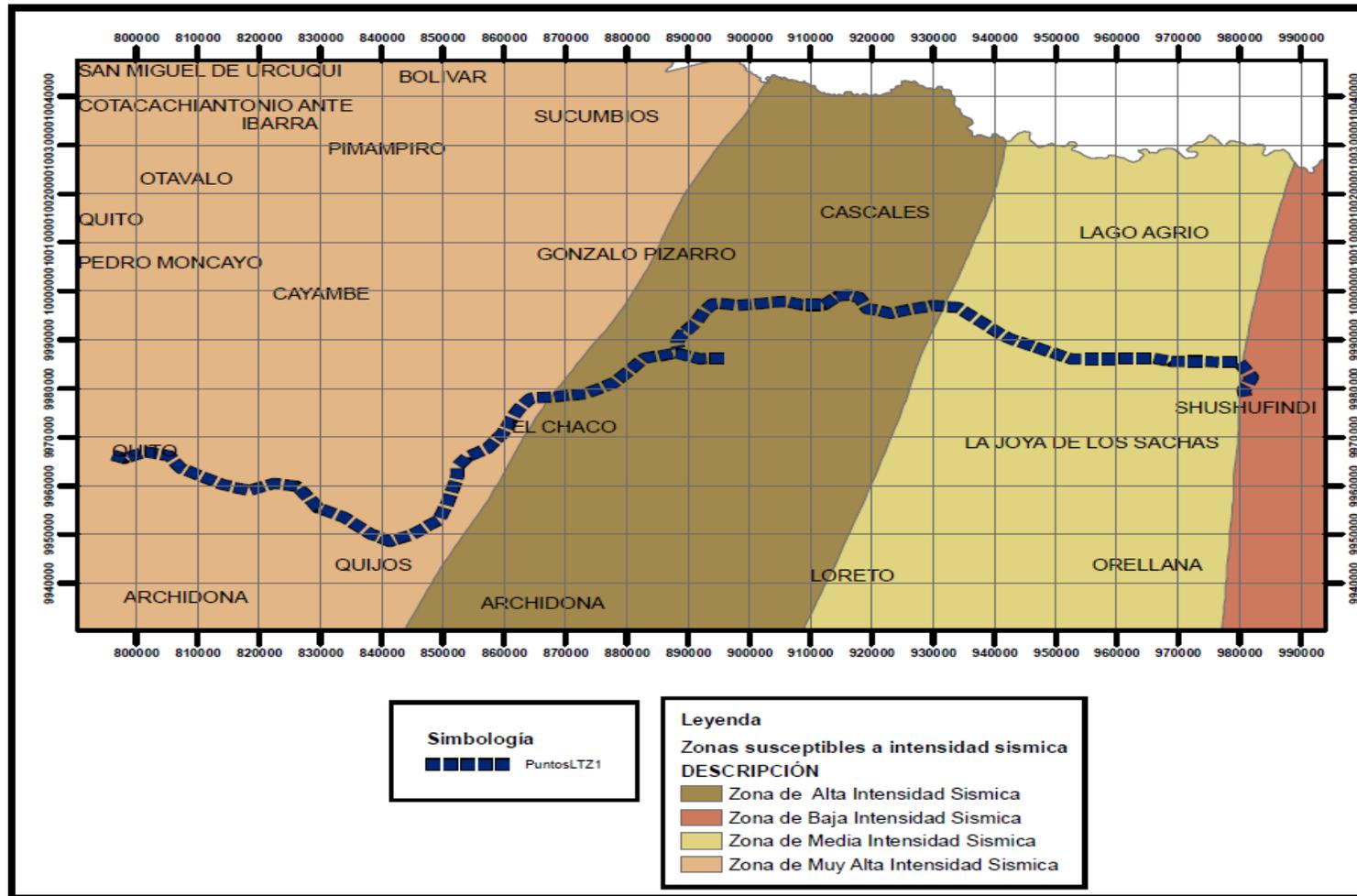
#### 7.1.3.1 Terremotos

Históricamente el peor terremoto suscitado en el Oriente ecuatoriano es el de 1987; dejó incomunicado a los pueblos orientales debido al cierre de vías por deslizamientos e incluso dañó el oleoducto transecuatoriano reduciendo el 60% de los ingresos por exportación y dejando 3500 muertos, específicamente en el área de San Rafael.

Así mismo el proyecto en la provincia de Napo tiene la influencia de la falla Salado (56), Baeza-Chaco (57), Cosanga (58), Cascales (64), Payamino (65), Sumaco (66), Hollín (67), Tena (68), Pusuno (69). En Sucumbíos la Falla Reventador (55) y Chingual (54).

En la figura 7-1 se puede apreciar que en la Zona 1 del proyecto se presentan zonas de intensidad sísmica media, a medida que se va avanzando hacia el Este de la provincia de Sucumbíos, mientras que la misma va aumentando hacia la zona de la Sierra.

Figura 7- 1: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 1



Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

En la sierra, en la provincia de Pichincha, específicamente en Quito, se han suscitado históricamente 4 terremotos que han dejado consecuencias desastrosas como destrucción de bienes y muerte, en los años: 1587, 1755, 1859 y 1914; en Tungurahua se han suscitado históricamente 8 terremotos que han dejado muertes y destrucción, en los años: 1687, 1698, 1703, 1742, 1757, 1840, 1944, 1949; en la provincia de Chimborazo se han producido cuatro terremotos, específicamente en Riobamba, en los años de 1645, 1698, 1797, 1856, dejando daños materiales y muertes: en Cotopaxi se presentó un terremoto en el año 1736 que causó daños materiales. En la Costa ecuatoriana los terremotos más impactantes por sus daños en los bienes y muertes son el de 1942 Guayaquil-Portoviejo y en 1998 en Bahía de Caráquez.

En Pichincha las fallas influentes con réplicas hacia el sector del proyecto en la provincia de Pichincha son La Falla de Apuela (28), Nanegalito (29), El Cinto (30), Quito (31), Tandapi (32) y Río Blanco (34).

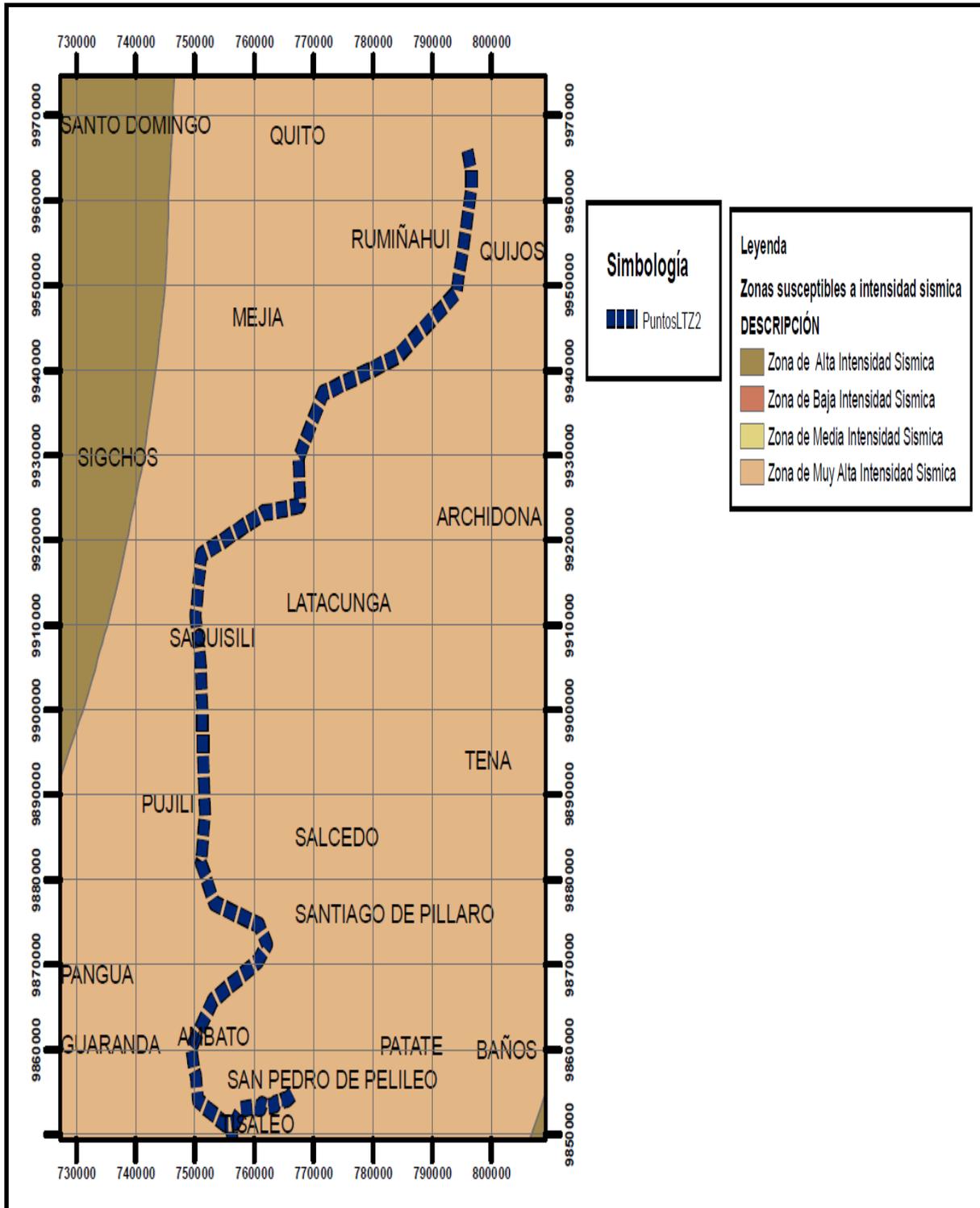
En la provincia de Los Ríos la falla existente es la de Calabi (45). En la provincia de Guayas las fallas existentes son: Falla del Río Colimes (15), Colonche (16), El Carrizal (17), La Cruz (18), Chanduy (19).

En la Provincia de Bolívar las fallas de Quinsaloma (44), Río Salinas (46), Guaranda (47), Montalvo (48), Chillanes (49), Pallatanga (50). En la provincia de Chimborazo, tiene influencias de las fallas Candelaria y Guamote.

En la Provincia de Tungurahua las fallas de Yanayacu (39), Petate (61). En la provincia de Cotopaxi se recibe la influencia de las fallas de Poaló (36), Nagsiche (37), Latacunga (38), Yanayacu (39), Guangaje (40), Chugchilan (41), Pucayacu (42), Valencia-La Maná (43).

En la figura 7-2 se evidencia que el tramo de la Zona 2 del proyecto que cruza la Sierra es una zona de muy alta intensidad sísmica, mientras que en el área que se aproxima hacia la Costa disminuye la intensidad sísmica a alta (Figura 7-3).

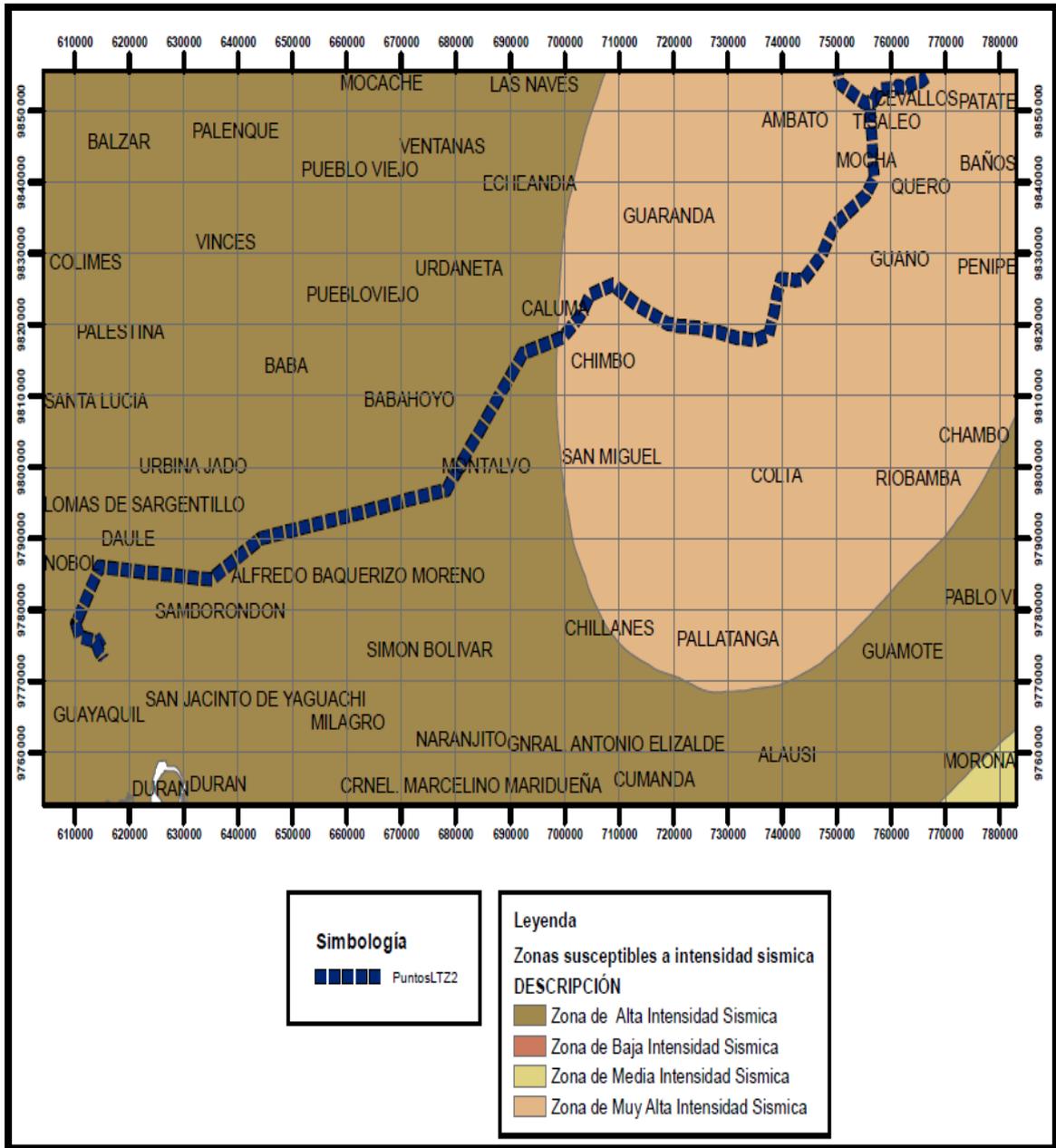
Figura 7- 2: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 2. Tramo Inga – Tisaleo



Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

Figura 7- 3: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 2. Tramo Tisaleo – Chorrillos

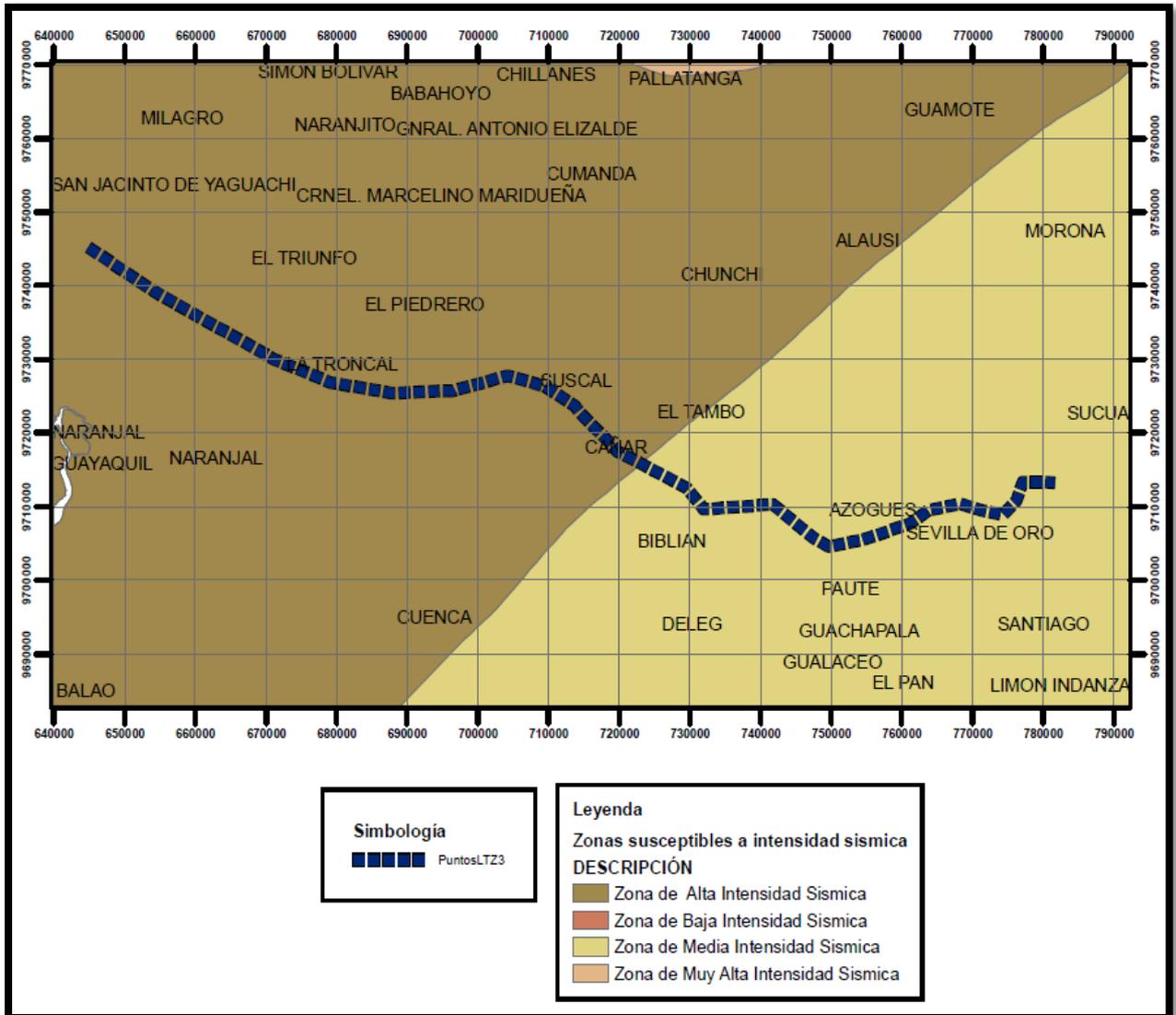


Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

En las provincias de Cañar, Azuay y Los Ríos no existen registros históricos de grandes terremotos, sin embargo, Cañar y Azuay sufren las réplicas de los terremotos suscitados en Cuenca, presentándose una intensidad sísmica media en la Zona 3 del proyecto.

Figura 7- 4: Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 3

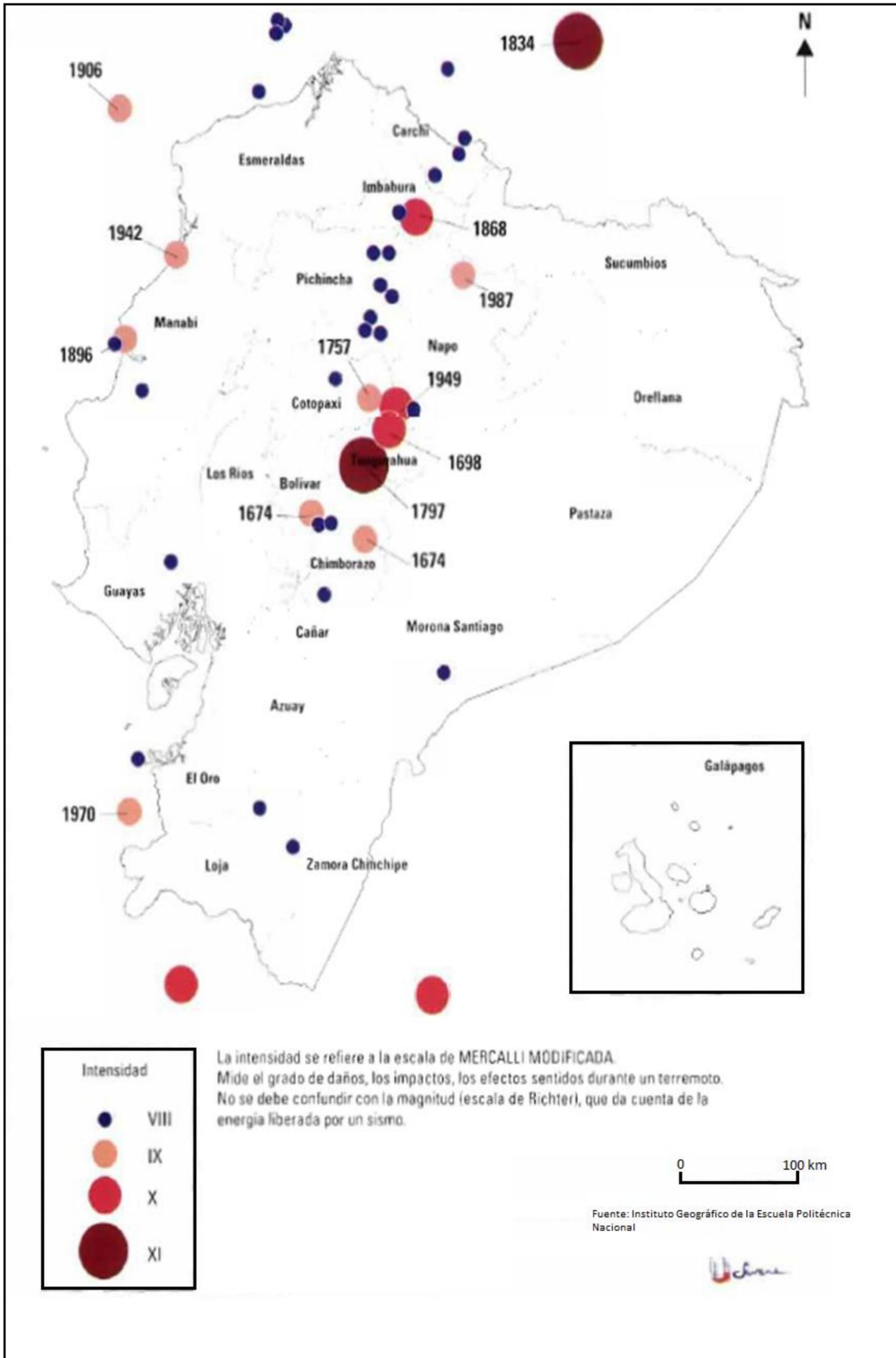


Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

En la provincia de Azuay las fallas influyentes son Naranjal (52), Ponce Enríquez (53), Gualaceo (79), Tarqui (80), Girón Norte (81). Por último, en la provincia de Cañar se presenta las influencias de las fallas de Pancho Negro (51) y Paute (78).

Figura 7- 5: Terremotos con Intensidad Superior a VIII en Ecuador



Fuente: INFOPLAN, IGM, 2003

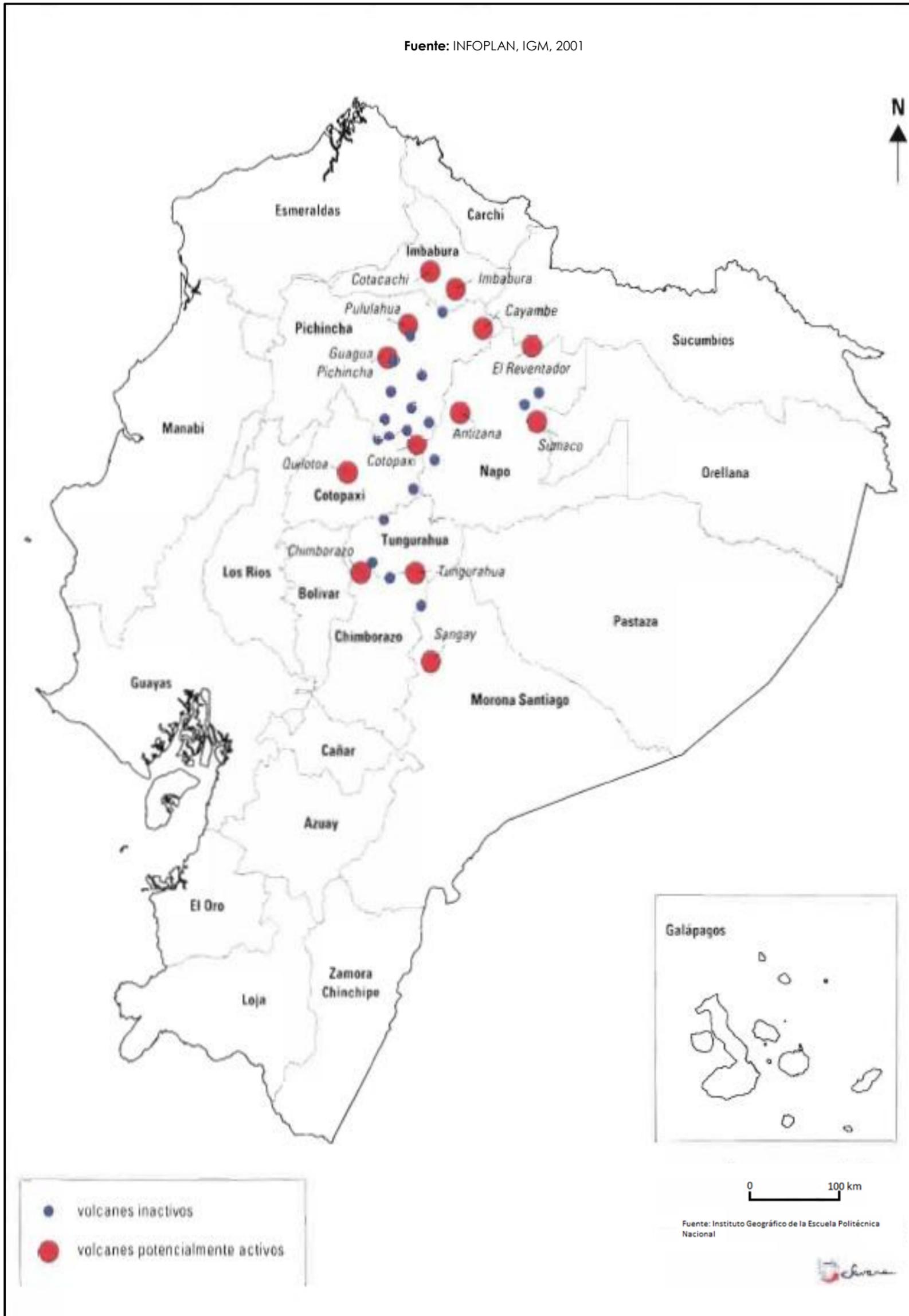
---

### 7.1.3.2 Erupciones Volcánicas

En cuanto a la actividad volcánica en la zona del proyecto, la influencia de actividad volcánica se da principalmente en la zona 2 en las provincias de la Sierra; históricamente las erupciones volcánicas más significativas son la del Guagua Pichincha en 1660 y 1999 con daños materiales, la del Cotopaxi en 1742, 1768 y 1877, donde resultó como consecuencia daños materiales y muertes y la del Tungurahua 1886, 1918 y 1999 que dejó como saldo muertes y daños materiales.

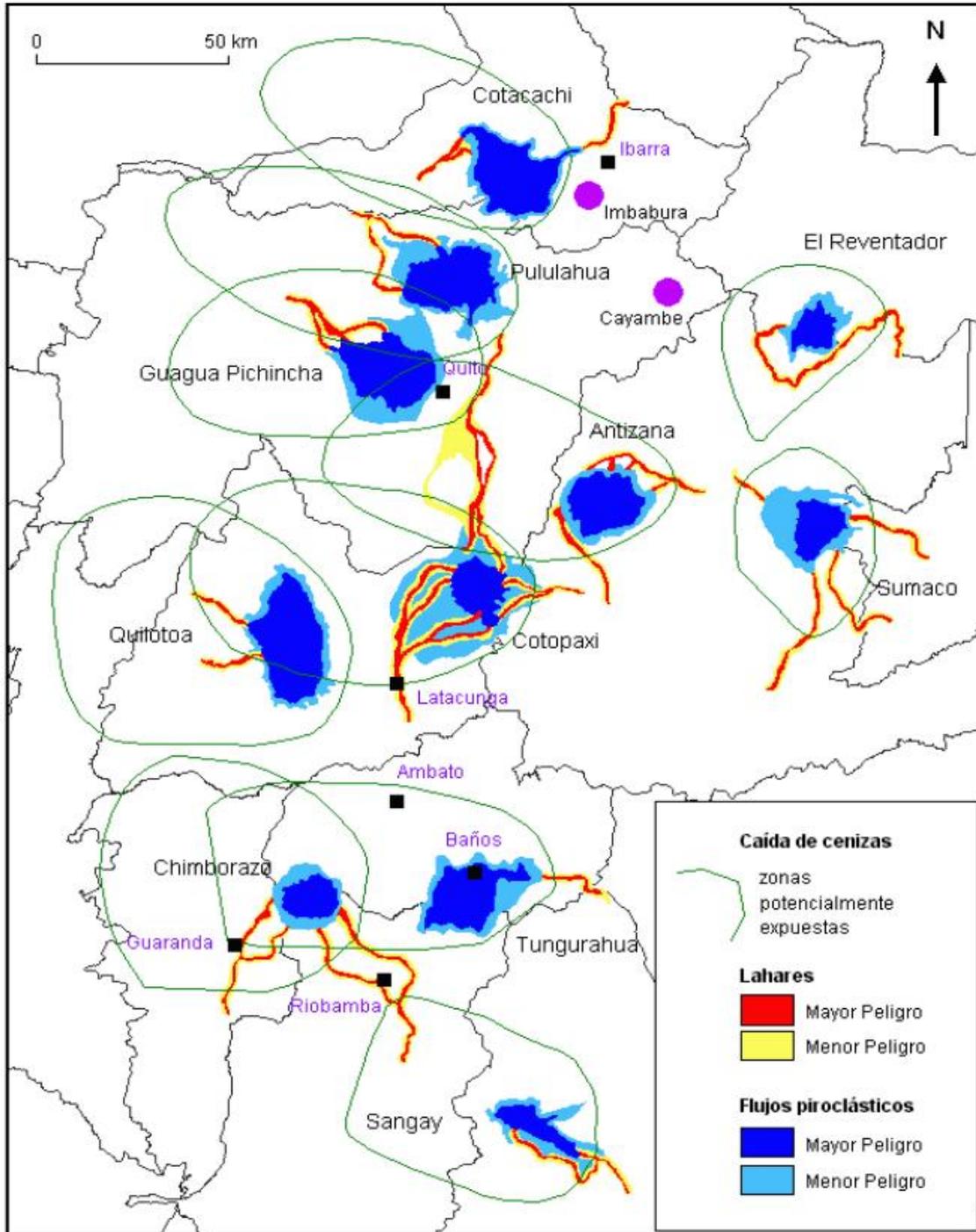
En la Zona 1 se encuentran los volcanes: Reventador, Sumaco y Antisana, que son considerados por el IGM como volcanes potencialmente activos en Ecuador. La Zona 3 no recibe influencia de erupciones volcánicas.

Figura 7- 6: Volcanes Potencialmente activos del Ecuador



Según el INFOPLAN, las erupciones históricas han generado en el área del proyecto y sus cercanías, eventos como la caída de ceniza, lahares y flujo piroclástico. Por lo cual, las zonas 1 y 2 del proyecto son catalogadas bajo un nivel de amenaza ALTA. Mientras que la Zona 3 es catalogada con un nivel de amenaza BAJA.

**Figura 7- 7: Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador Continental**



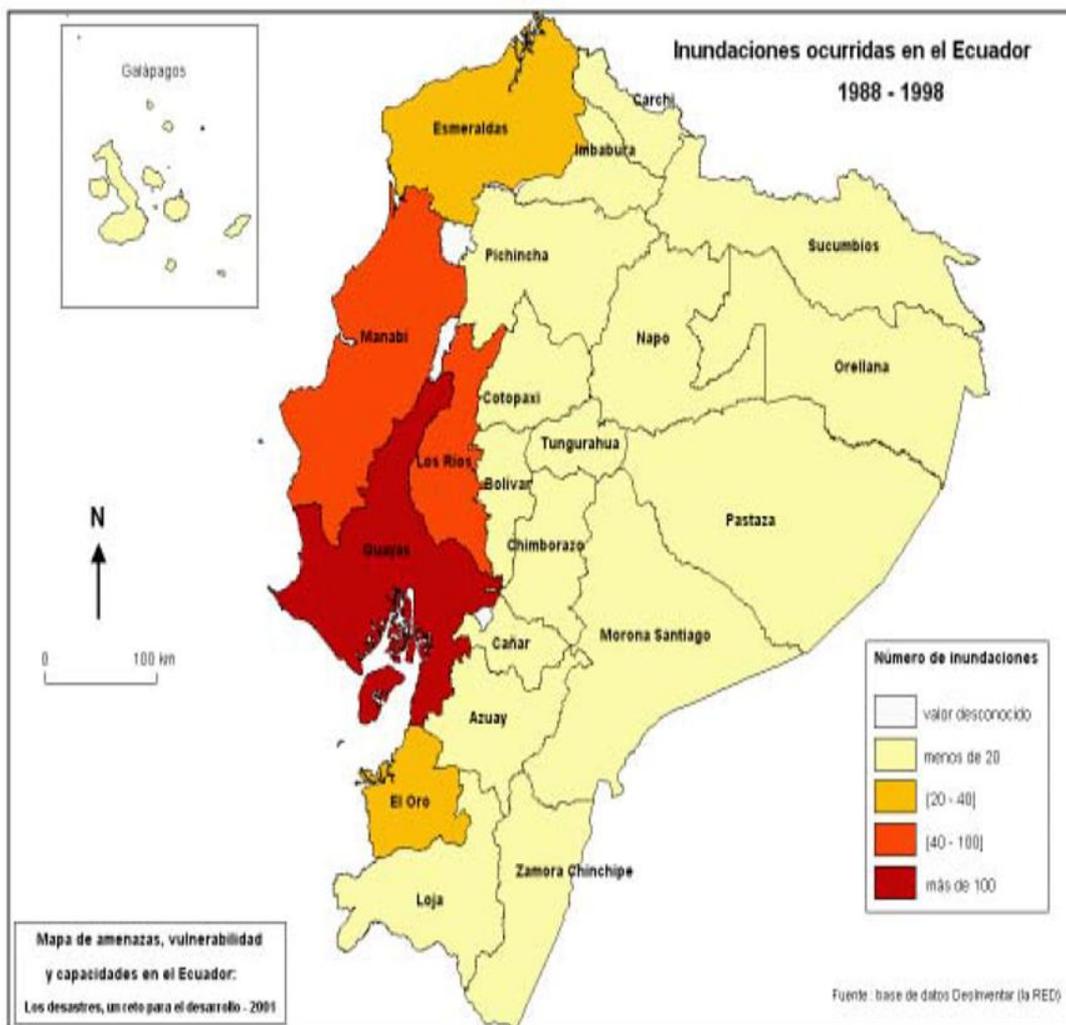
Fuente: INFOPLAN, IGM, 2001

### 7.1.3.3 Inundaciones

Los mapas presentados por el IGM establecen que en un periodo de 10 años la mayor frecuencia de inundaciones se evidencia en las provincias de la Costa, siendo la provincia del Guayas la zona más afectada en cuanto a pérdidas materiales y humanas, seguida de Manabí y Los Ríos, y por último Esmeraldas y El Oro; esto se debe principalmente por la presencia del fenómeno de El Niño que se producen ciclos de 3 a 8 años en la costa ecuatoriana generando las inundaciones más graves del país debido al exceso de precipitaciones.

En cuanto a la región Sierra y Amazónica se evidencian menos de 20 inundaciones durante un periodo de 10 años. En la Figura 7-8 se presenta el Registro histórico de inundaciones en un periodo de diez años:

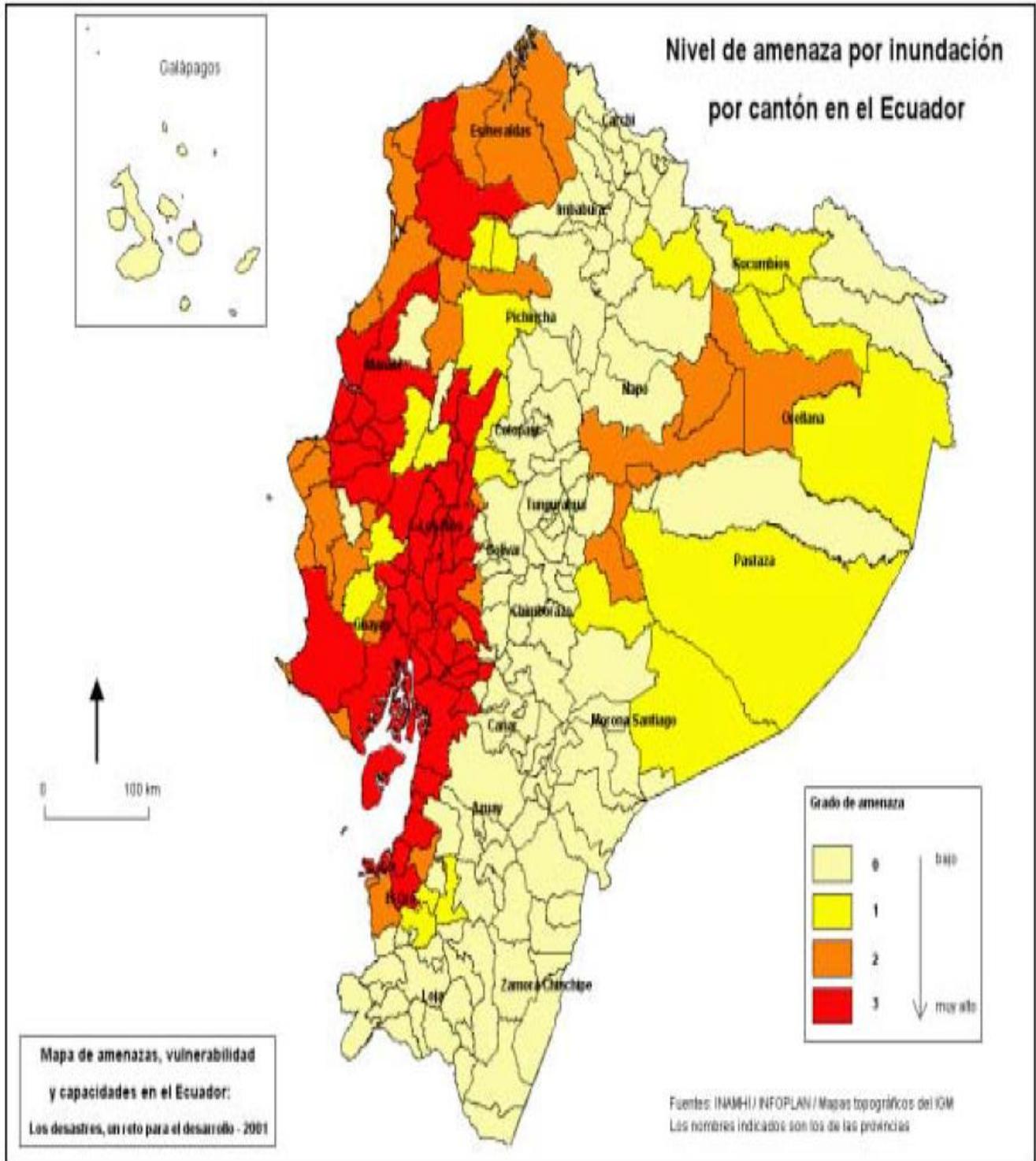
**Figura 7- 8:** Registro histórico de Inundaciones en un periodo de 10 años



Fuente: INFOPLAN, IGM, 2001

A su vez, la figura 7 – 9 presenta el mapa de Nivel de Amenaza por inundaciones en el Ecuador:

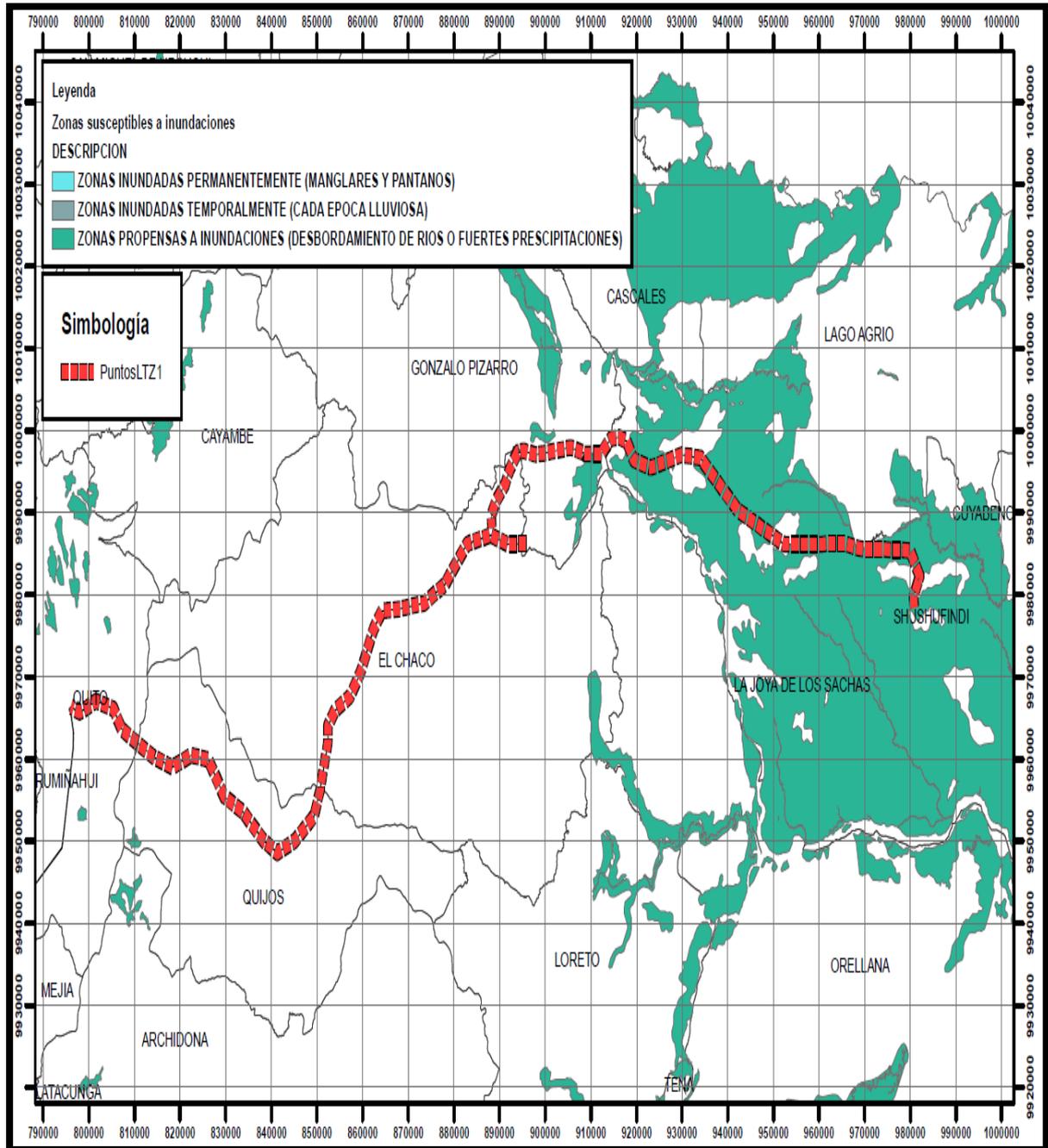
**Figura 7- 9:** Nivel de Amenaza por Inundaciones en el Ecuador



Fuente: INFOPLAN, IGM, 2001

A continuación se presentan, en la figura 7-10 el mapa de Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 1 del proyecto, constatando que la mayor extensión del tramo San Rafael - Jivino- Shushufindi, son zonas propensas a inundaciones debido a desbordes de ríos o fuertes precipitaciones.

Figura 7- 10: Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 1

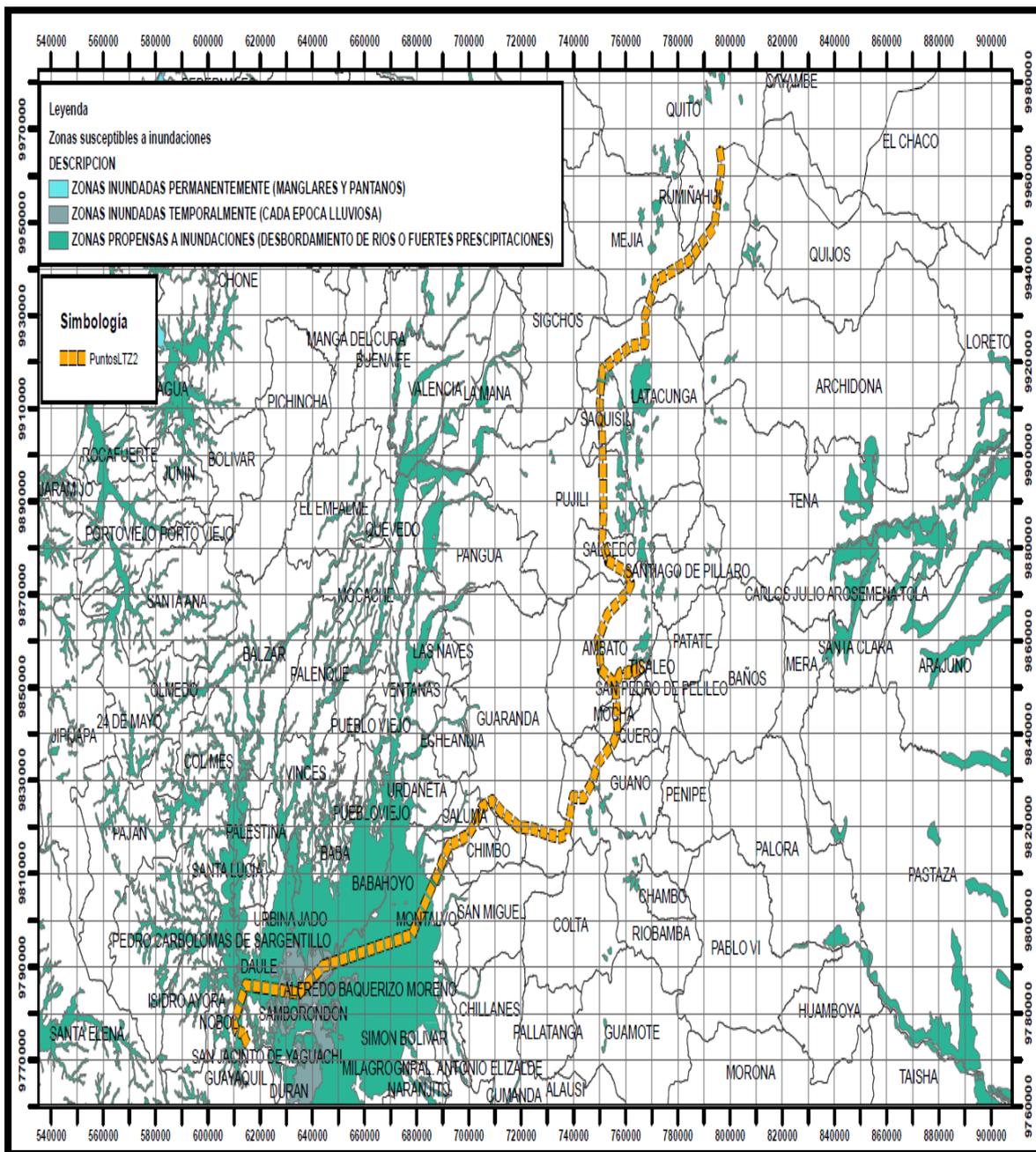


Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

En la figura 7-11, se muestra el mapa de Áreas susceptibles a Inundaciones, de donde se identifica que en la Zona 2 se presenta un sector del tramo Tisaleo – Chorrillos, cuyas zonas son propensas a inundaciones y corresponde a zonas inundadas temporalmente en época invernal.

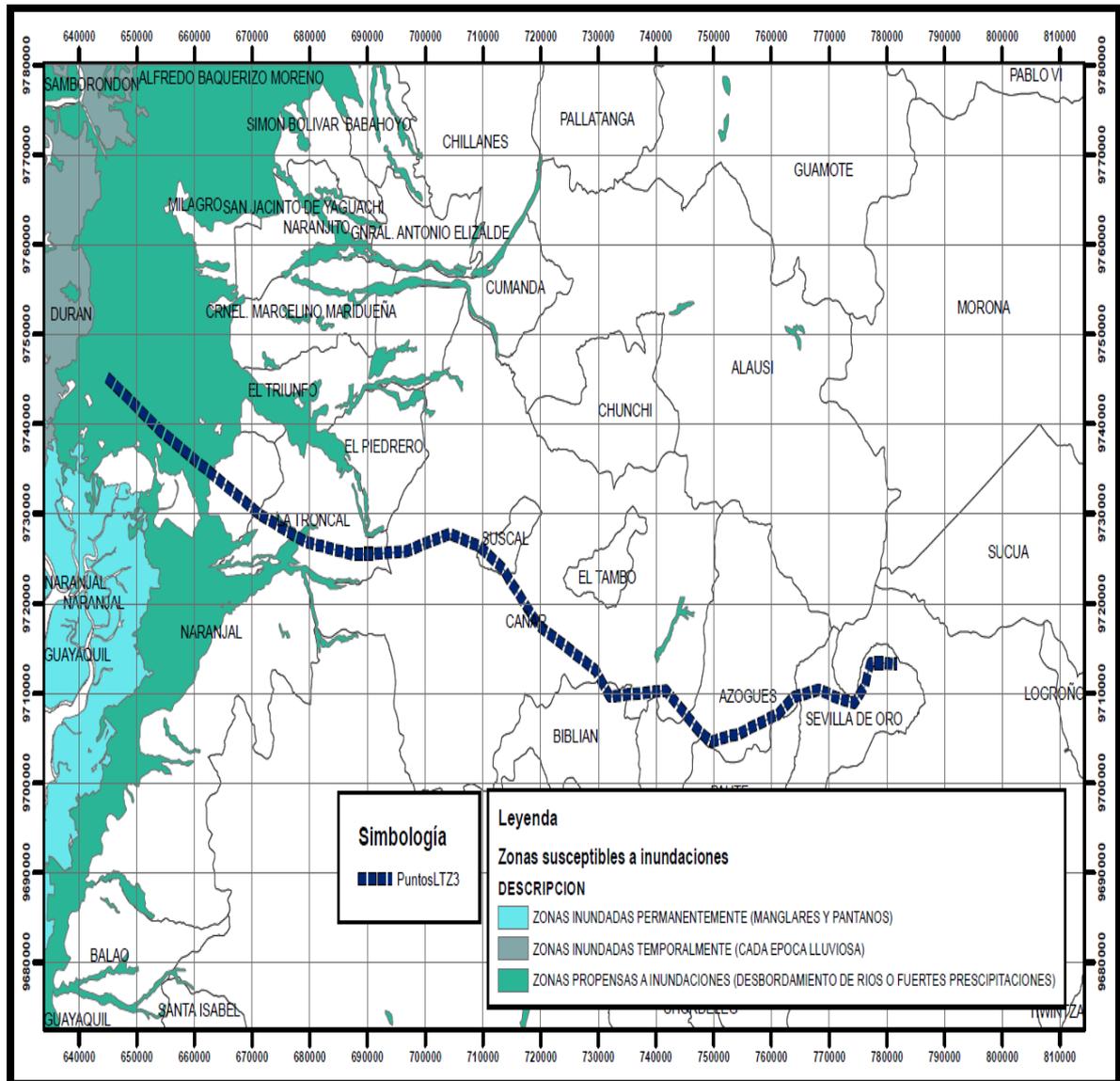
**Figura 7- 11:** Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 2



**Fuente:** INFOPLAN, 2010.  
**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSLSUA C.LTDA

En la Figura 7 – 12, se presenta que un tramo corto de la Zona 3 del proyecto presenta zonas propensas a inundaciones.

Figura 7- 12: Áreas susceptibles a Inundaciones en la Zona 3



Fuente: INFOPLAN, 2010.

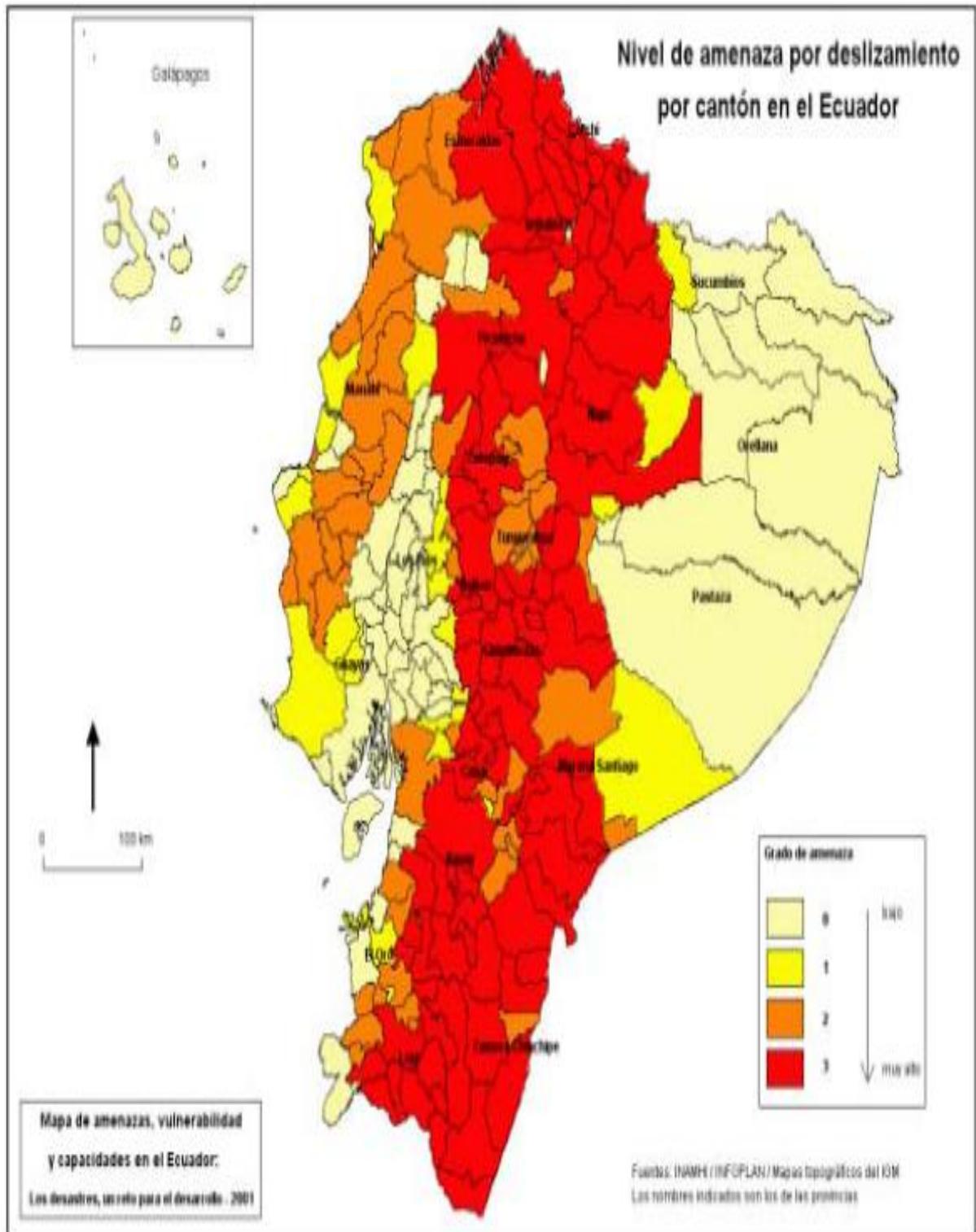
Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

### 7.1.3.4 Deslizamientos de Tierra

Este tipo de procesos ocurre a causa de las precipitaciones altas, frecuentemente las lluvias torrenciales son causantes y/o precursoras de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas desestabilizadoras y reducen la resistencia del suelo al deslizamiento.

La figura 7-13 presenta el mapa de Nivel de Amenaza por deslizamiento en el Ecuador.

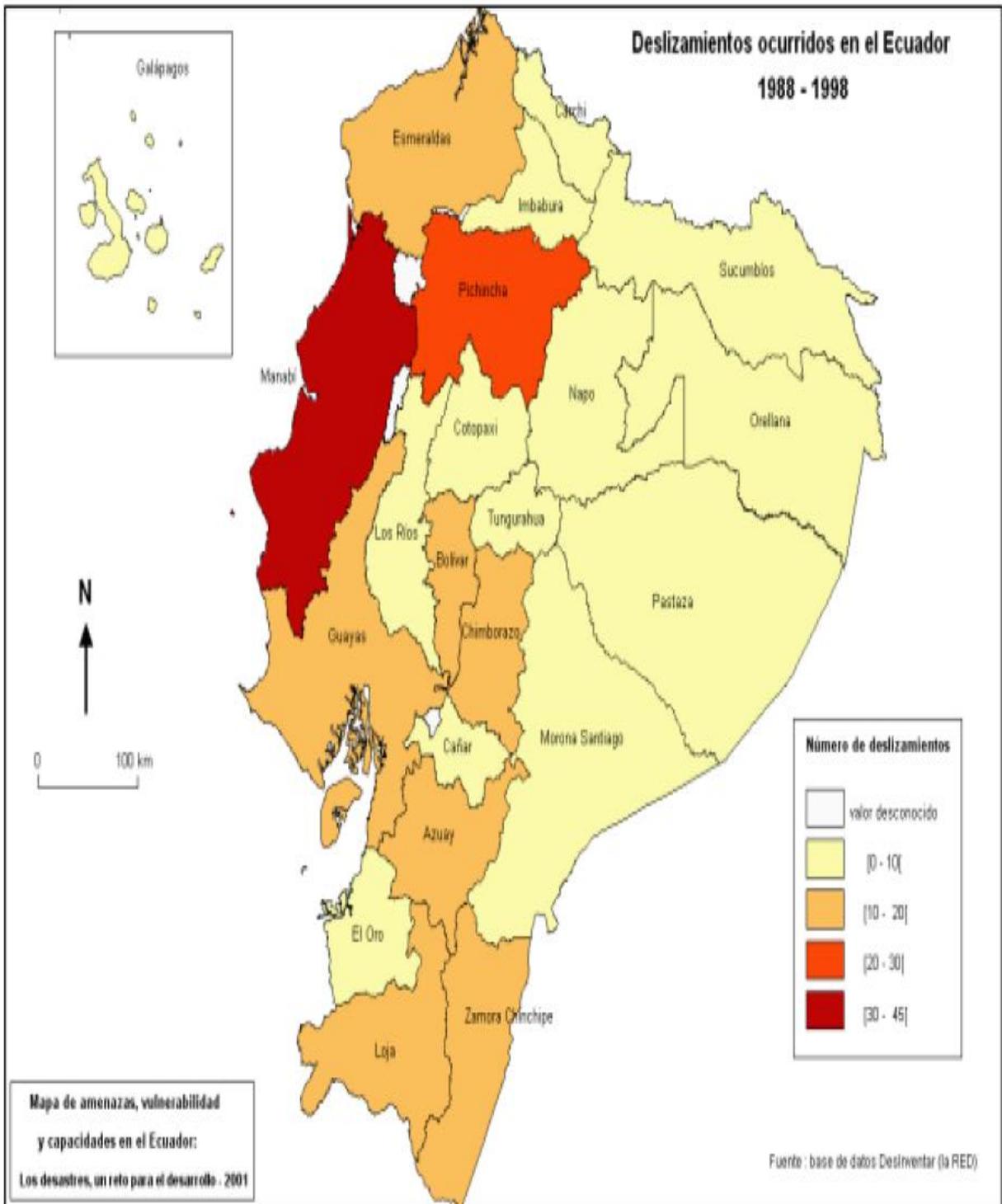
**Figura 7- 13:** Nivel de Amenaza por deslizamiento en Ecuador



Fuente: INFOPLAN, IGM, 2001

A continuación se presenta el mapa de Deslizamientos ocurridos en Ecuador en periodo de 10 años:

**Figura 7- 14:** Deslizamientos Ocurridos en Ecuador en un periodo de 10 años

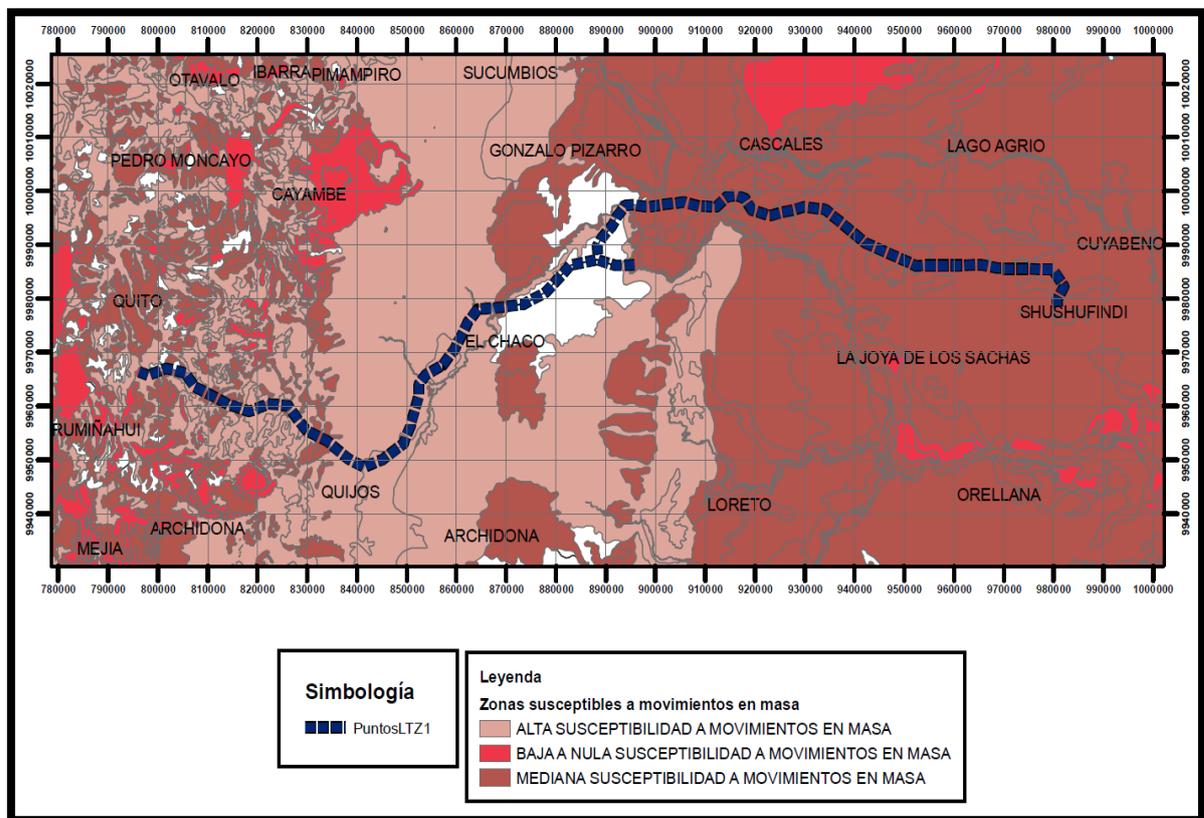


Fuente: INFOPLAN, IGM, 2001

Las tres zonas del proyecto se encuentran catalogadas por INFOPLAN e IGM como Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en Ecuador.

A continuación se presentan: la figura 7-15 con el mapa de Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 1. En la Zona 1 se evidencia, según la información proporcionada por el IGM, provincias que presentan amenaza BAJA a los deslizamientos y un nivel de ocurrencia de 0 a 10 deslizamientos cada 10 años.

**Figura 7- 15:** Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 1

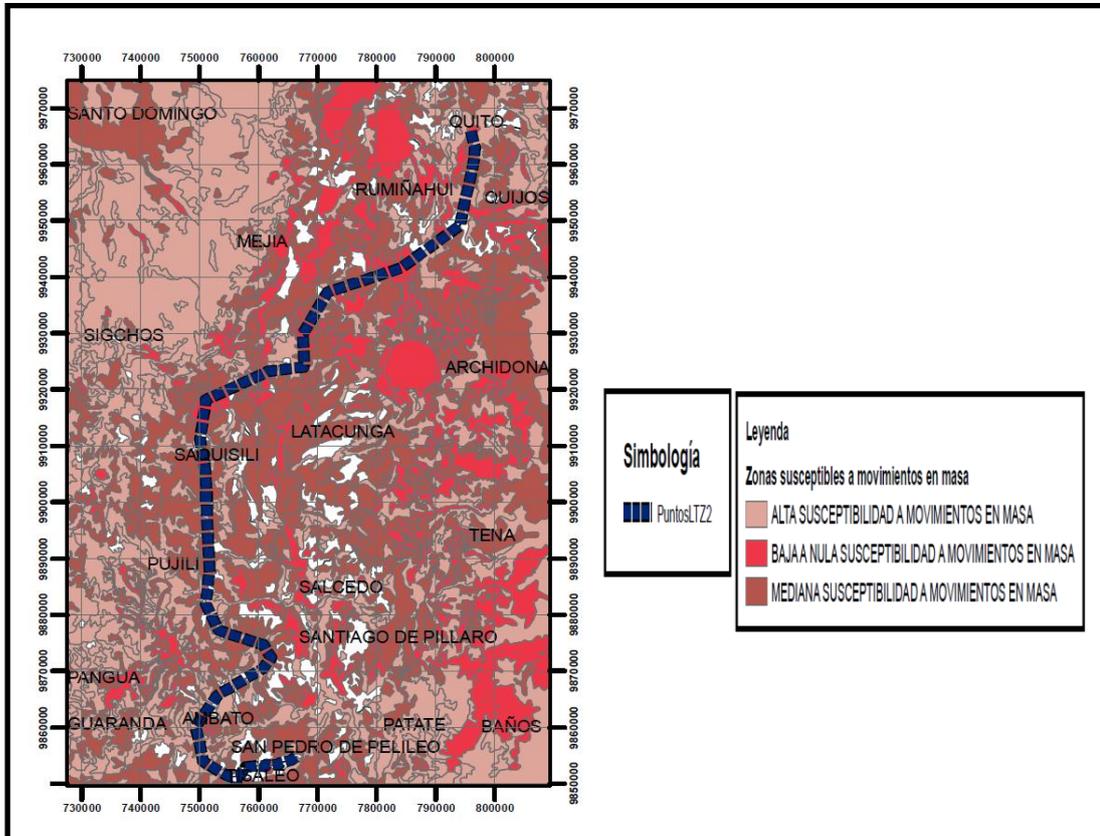
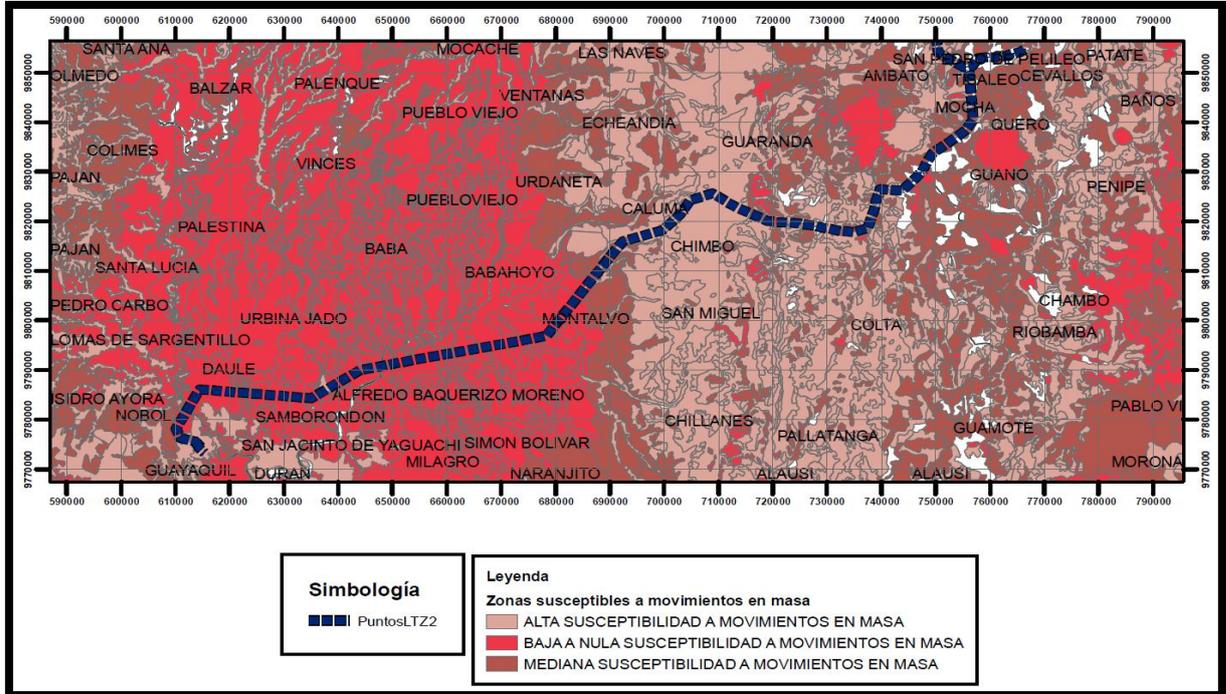


**Fuente:** INFOPLAN, 2010.

**Elaborado por:** CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

En la figura 7-16 con el mapa de Áreas susceptibles a Intensidad Sísmica en la Zona 2, se evidencia que el Tramo Tisaleo – Chorrillos (Sup) presenta baja susceptibilidad de movimientos en masa en el área de la Costa, mientras que presenta baja y mediana susceptibilidad en las áreas de la Serranía, sobre todo en el tramo Inga – Tisaleo (Inf). En la Zona 2, en 4 provincias, se presenta una amenaza ALTA y una ocurrencia de 20 a 30 deslizamientos en un periodo de 10 años.

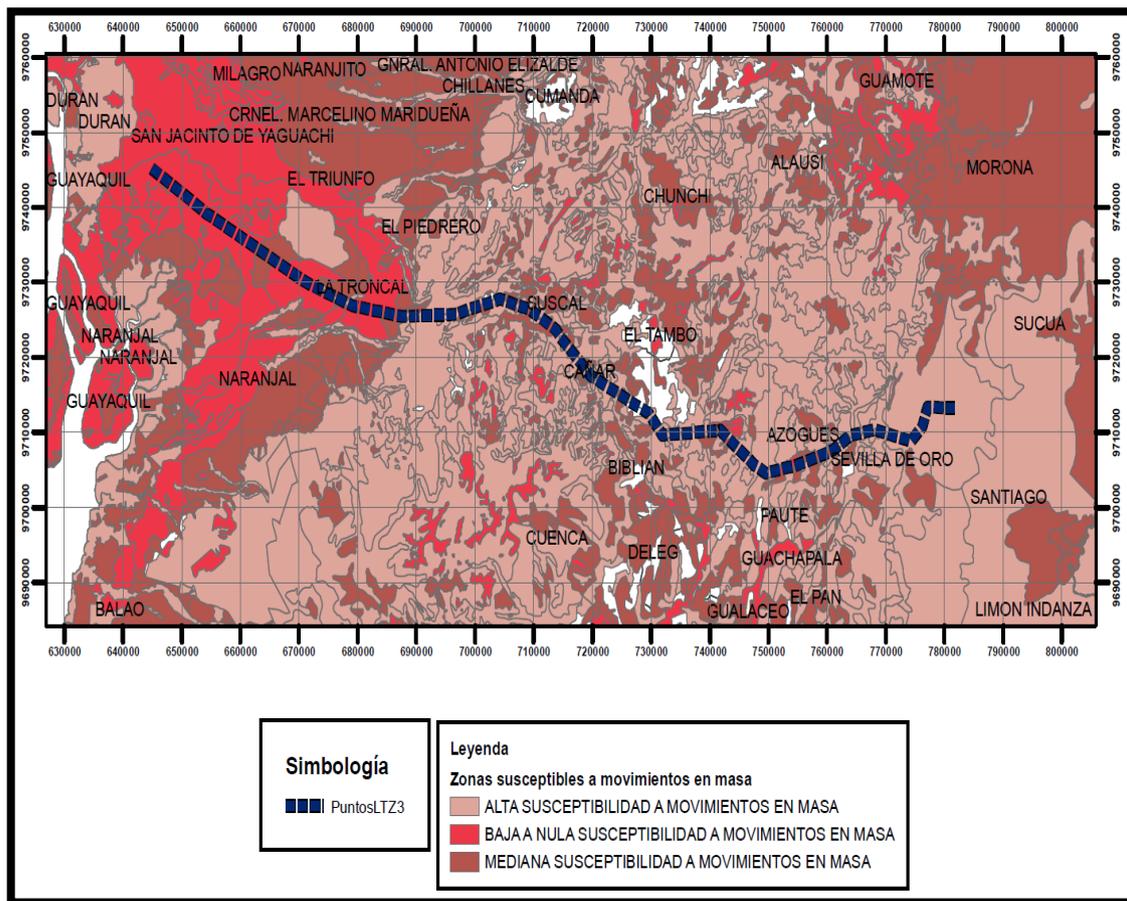
Figura 7- 16: Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 2. Tramo Tisaleo – Chorrillos (Sup) y Tramo Inga – Tisaleo (Inf)



Fuente: INFOPLAN, 2010.  
Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

En la figura 7-17, se muestra el mapa de Áreas susceptibles a Movimientos de Masa de la Zona 3. En dicha zona se presenta una Amenaza ALTA a los deslizamientos de acuerdo a la identificación cartográfica, sin embargo, la provincia del Cañar presenta un nivel de ocurrencia de 0 a 10 de deslizamientos en un período de 10 años y la provincia de Azuay un nivel de 10 a 20 en el mismo período.

**Figura 7- 17:** Áreas susceptibles a Movimientos de Masa en la Zona 3



Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

### 7.1.3.5 Violencia Civil<sup>1</sup>

En nuestro país la violencia civil ha sido una forma de protesta generalizada que particularmente se ha trasladado a proyectos de interés, debido a que estos proyectos han generado incertidumbre social y han presentado poca información de los beneficios e impactos potenciales de un proyecto de gran envergadura. Sin embargo, según información histórica se conoce que CELEC EP - TRANSELECTRIC no ha presentado este tipo de incidentes en la ejecución de sus proyectos. Por lo cual, debido a este factor histórico se consideró la probabilidad de este riesgo debe ser BAJA para el proyecto. No obstante, se debe considerar que las zonas alejadas y con influencia de sectores productivos mayores como es el caso de la industria petrolera, se encuentran más expuestas a éste tipo de eventos; en caso de suscitarse un evento de estos, las consecuencias se verán reflejadas principalmente con retrasos en los trabajos planificados.

Basados en la aceptación de la población a un proyecto de instalación de líneas de transmisión de energía se establece que en la Zona 1, la probabilidad de ocurrencia de un conflicto social por la implementación del proyecto es baja; en la Zona 2 no existe probabilidad de conflictos sociales pues en proyectos ejecutados anteriormente tampoco se ha presentado, por último en la Zona 3 se presenta una baja probabilidad de ocurrencia de un conflicto social, sin embargo, cabe mencionar que de las 38 comunidades existentes en la zona solo dos tiene tratos con CELEC-TRANSELECTRIC y de éstas una a presentado conflictos sociales.

### 7.1.3.6 Presión Antrópica

La presión antrópica hace referencia a los riesgos generados por las actividades del proyecto pero ejecutados por la sociedad. En el contexto del proyecto se identifican dos riesgos de presión antrópica que son la deforestación y la presencia de asentamientos ilegales generados por la apertura de caminos y franjas de servidumbre.

Según datos de CELEC EP - TRANSELECTRIC se ha tenido casos en los cuales se ha deforestado extensiones mayores al límite establecido para la franja de servidumbre por

---

<sup>1</sup>Constituye la primera forma de expresión que realmente puede ser catalogada como violencia política. La manifestación violenta se caracteriza porque los participantes en ella realizan actos de destrucción o ataques contra bienes o personas en forma multitudinaria, como forma para reivindicar conquistas válidas para el grupo (Campos, 2004).

personas externas al proyecto con el fin de establecer asentamientos humanos. Casos similares se han suscitado en la cercanía de caminos abiertos en la etapa de construcción de proyectos. En base a esta información, se ha determinado que este riesgo presente una probabilidad MEDIA de ocurrencia en la Zona 1, ya que esta zona presenta menores áreas con intervención antrópica; por otro lado, se ha determinado una probabilidad BAJA en la Zona 2 y 3 ya que las áreas que la conforman se encuentran intervenidas en su mayoría.

### 7.1.3.7 Incendios

Los incendios provocados sobre las áreas boscosas inciden en la operación normal del sistema eléctrico y ponen en peligro las instalaciones y equipos del sistema; este riesgo es más evidente en la época de verano.

Por otro lado, cercano a la Subestación Chorrillos perteneciente a la Zona 2, existe el sitio de almacenamiento de tanques de GLP de la empresa REPSOL, por lo que en caso de una eventual explosión, la onda explosiva alcanzará las instalaciones de la Subestación Chorrillos que se ubica aproximadamente a 2035 m del sitio de almacenamiento, en un tiempo aproximado de 1 minuto y medio.

Se conoce:

- V onda expansiva del GLP = 28m/s (Visitado: [www.ensegundos.net](http://www.ensegundos.net))
- Distancia de la Subestación Chorrillos al sitio de almacenamiento de GLP: 2035,18 m (Ingeniería Conceptual Del Proyecto: Traslado de Planta Duragás Guayaquil)
- Distancia a la que llega la onda expansiva de 10 L de GLP : 300 m (Visitado: <http://www.hidrocarburosbolivia.com/component/content/article>)

Se establece:

- Tiempo de alcance de la onda expansiva a la Subestación Chorrillos:

$$\frac{s}{28 m} \times 2035.18 m = 72.69 \text{ seg} \cong 1 \text{ minuto con } 13 \text{ segundos}$$

- Siendo necesaria la explosión de mínimo 68 L de GLP para alcanzar a las instalaciones de la Subestación en mención.

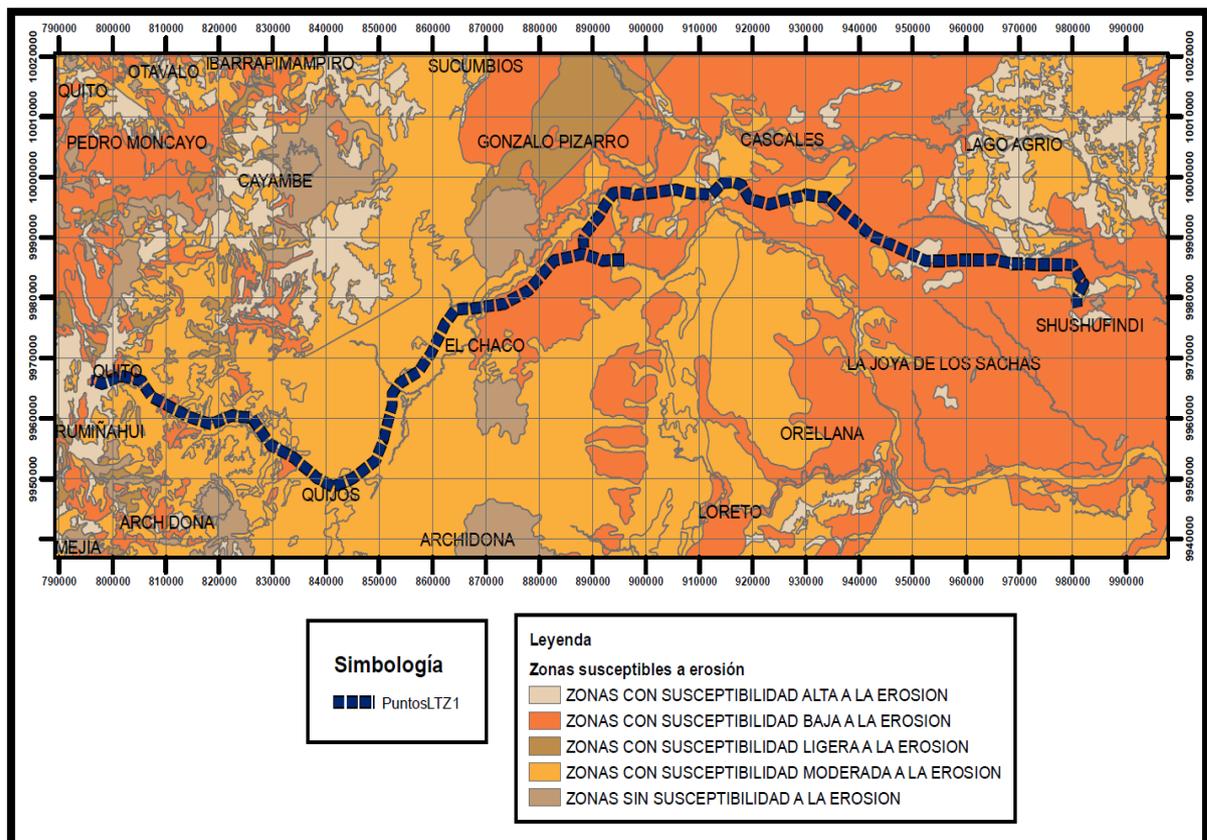
$$\frac{10 L}{300 m} \times 2035.18 m = 67,8 L \cong 68 L$$

## 7.1.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE

### 7.1.4.1 Erosión del suelo

En campo se evidenció que la mayor parte de la ruta atraviesa áreas de vegetación intervenida, cultivos y pastos; y en menor área bosques naturales en buen estado de conservación como el Bosque Protector "La Cascada" dentro de la Zona 1 y el sector de Amaluza en la Zona 3, que se irán perdiendo en los procesos constructivos y operativos. La deforestación se considera un riesgo dentro de la ejecución del proyecto en las áreas de mayor densidad vegetal, pues será evidente que se produzcan zonas susceptibles a procesos de erosión cuando se establezca la apertura de caminos, ubicación de campamentos temporales y constitución y mantenimiento de la franja de servidumbre. Para el presente análisis se han considerado los mapas de susceptibilidad a la erosión de cada zona, pues un suelo con mayor cobertura vegetal y baja intervención es altamente susceptible a la erosión por su alta probabilidad de alteración. La figura 7-18 presenta el mapa de Áreas susceptibles a erosión en la Zona 1:

Figura 7- 18: Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 1



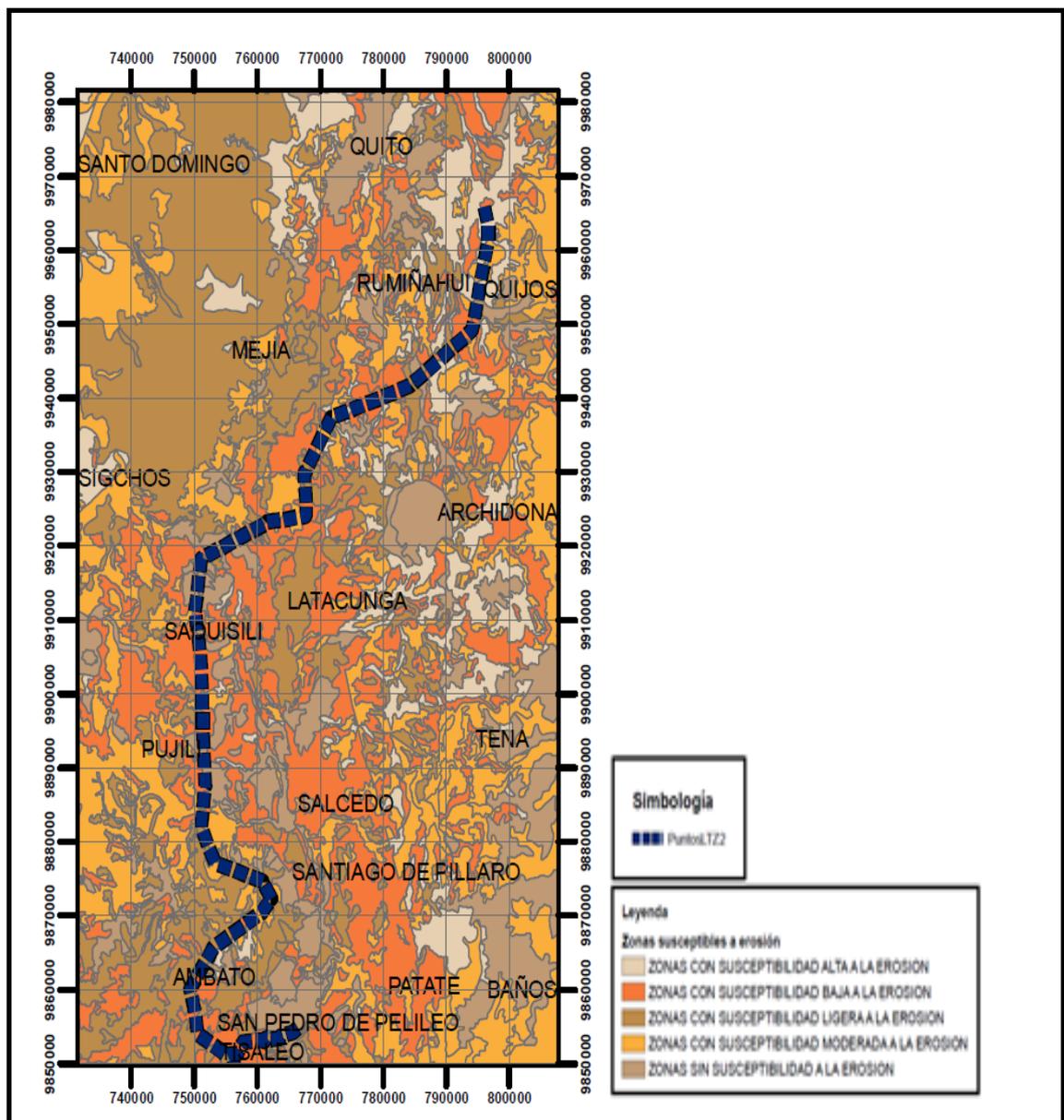
Fuente: INFOPLAN, 2010.

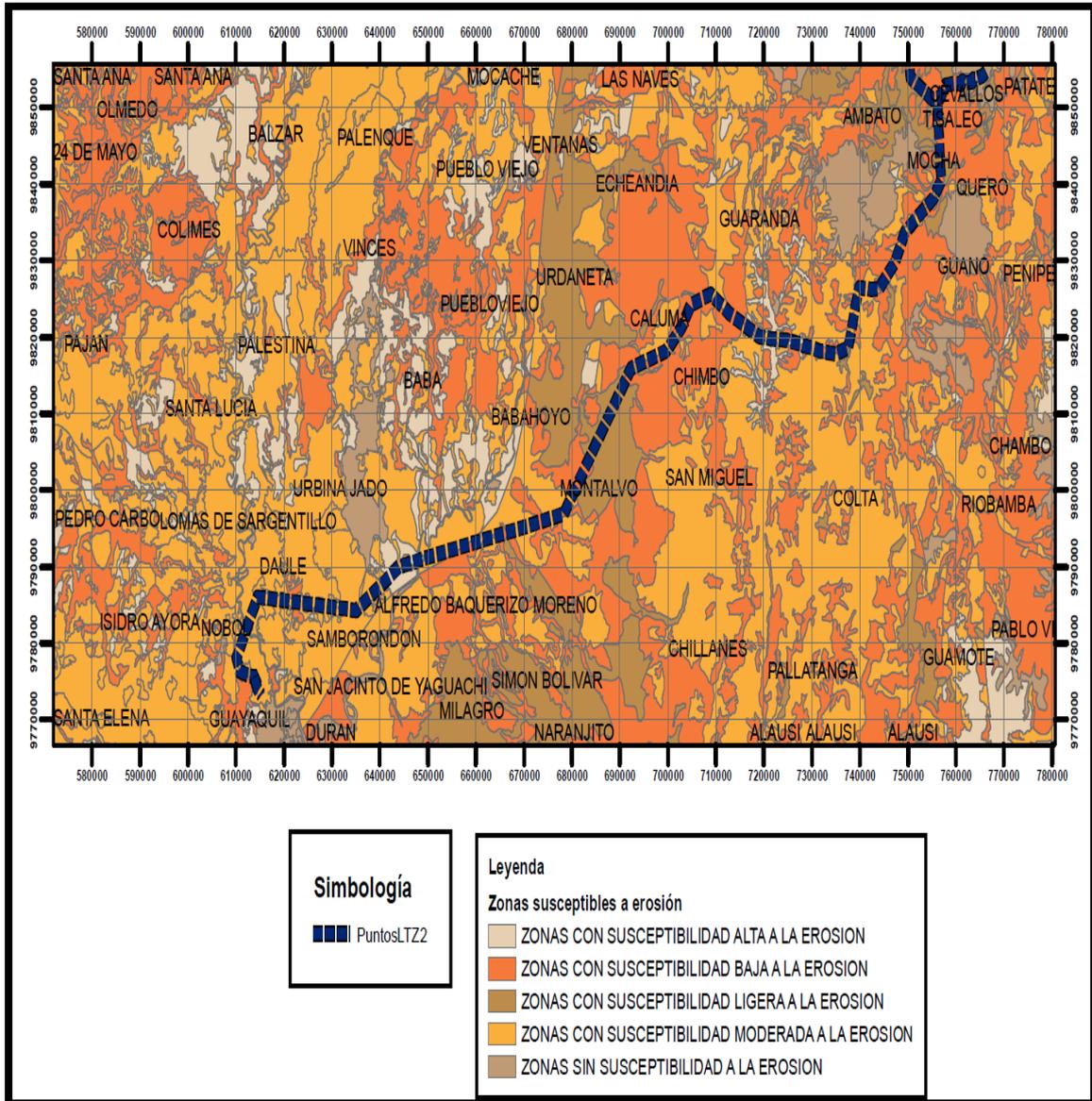
Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

De acuerdo al mapa de susceptibilidad a la erosión en la Zona 1, se presentan áreas con susceptibilidad baja y moderada a la erosión, es decir áreas en su mayor extensión intervenidas. Sin embargo, cabe resaltar que un tramo de esta línea atraviesa parte del Bosque nativo La Cascada con alta densidad boscosa y la Reserva Ecológica Cayambe Coca, siendo esta última área ya intervenida.

La figura 7-19 presenta dos mapas, el de Áreas susceptibles a la erosión en la Zona 2, Tramo Inga – Tisaleo (Sup.) y el del Tramo Tisaleo – Chorrillos (Inf.)

**Figura 7- 19:** Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 2. Tramo Inga – Tisaleo (Sup.) y Tramo Tisaleo – Chorrillos (Inf.)





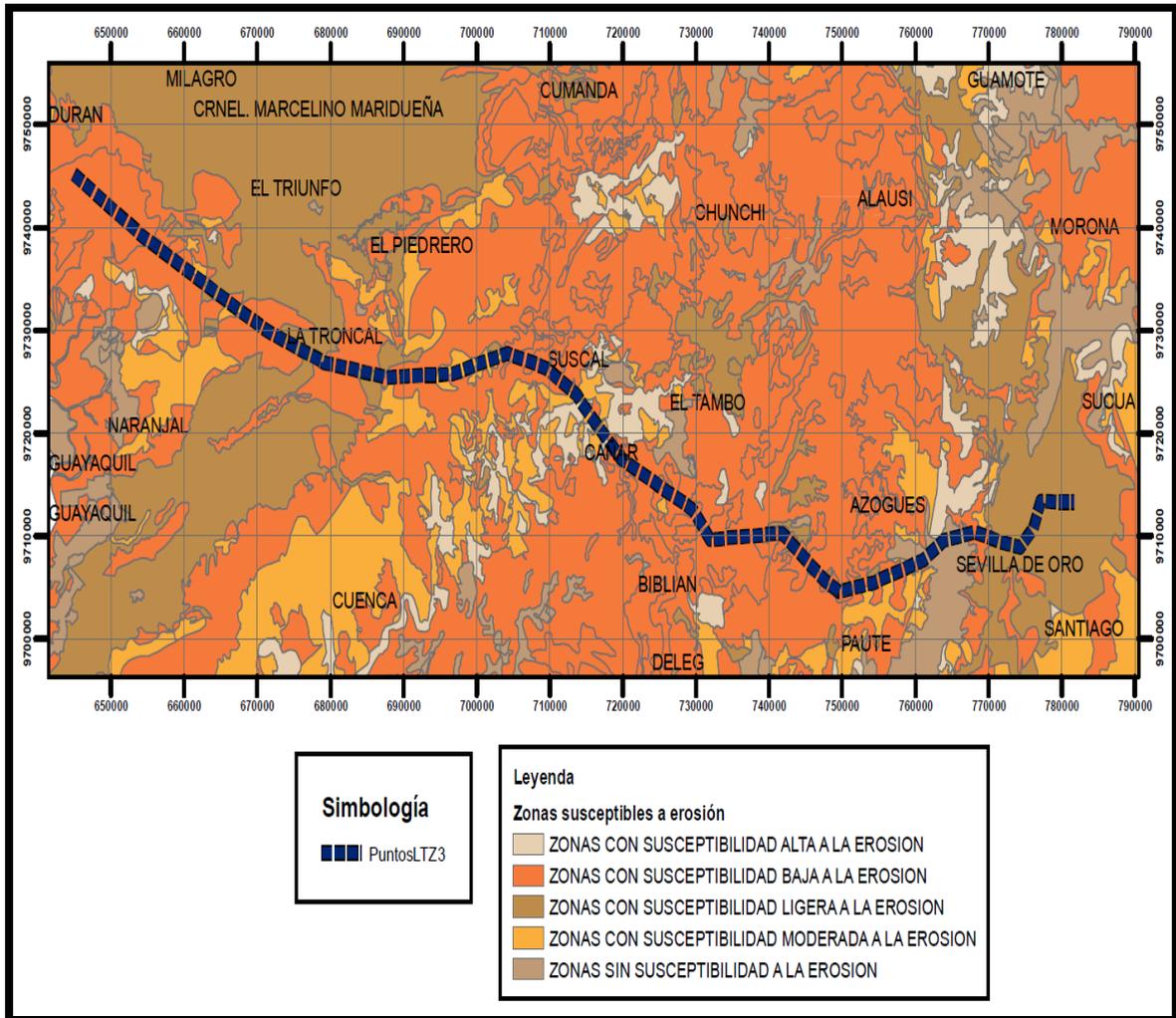
Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

Considerando las figuras anteriores se establece que en la Zona 2, se presentan áreas con susceptibilidad a la erosión baja, moderada y ligera, es decir, que estas áreas corresponden a suelos erosionados. Sin embargo, cerca de Chorrillos existe un área con susceptibilidad alta a la erosión; tramos cortos de la línea pasan cerca de la Reserva Ecológica de los Ilinizas, Reserva de Producción Faunística Chimborazo y Parque Nacional Cotopaxi. Por lo tanto, en la Zona 2 existen áreas intervenidas con densidad boscosa baja y por tanto el riesgo de erosión es BAJO.

Por otro lado, la figura 7-20 presenta el mapa de áreas susceptibles a la erosión en la Zona 3:

Figura 7- 20: Áreas susceptibles a la Erosión en la Zona 3



Fuente: INFOPLAN, 2010.

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

Como se observa en el mapa de la figura 7-20, en la Zona 3 se presenta una susceptibilidad a la erosión entre baja, moderada y ligera, lo que nos da indicios de que se trata de un área con baja densidad boscosa, intervenida y con suelos erosionados, a excepción del cantón Sevilla del Oro, donde existe cobertura boscosa prístina. Sin embargo, por la topografía del terreno en esta área no se afectaría la cobertura con el paso de la línea de transmisión.

#### 7.1.4.2 Accidentes Sociales

Se refieren a accidentes sociales a aquellos que pueden verse ocasionados por la ejecución de las actividades del proyecto tanto en la fase constructiva como operativa y de mantenimiento y generan un peligro a los bienes materiales y seguridad física de los actores sociales de las cercanías del proyecto.

Se identifican los siguientes riesgos potenciales durante la fase de construcción de las líneas de transmisión y Subestaciones:

- Choques o colisiones entre vehículos y/o equipo caminero, y vehículos particulares, con consecuentes daños materiales y a la salud de actores sociales cercanos.
- Desprendimiento de materiales o equipos por mal aseguramiento de las cargas en los vehículos de transporte hacia el sitio de construcción.
- Electrocuciiones por manipulación del tendido de cables
- Derrumbe de excavaciones
- Atropellos de personas por los diferentes vehículos (livianos, pesados y maquinaria) conducidos por personal del proyecto.

Las actividades de operación y en particular mantenimiento de las líneas de transmisión involucran los siguientes riesgos para el personal circundante en el ambiente: accidentes que involucran el uso de maquinaria pesada, electrocuciiones y accidentes de tránsito.

#### 7.1.5 EVALUACIÓN DEL RIESGO

##### 7.1.5.1 Matriz de Evaluación de Riesgos del Ambiente al Proyecto

Como se observa en la Tabla 7-8, los mayores riesgos del ambiente que se presentan al proyecto en la Zona 1 tienen su origen en las actividades naturales como las erupciones volcánicas y los terremotos, seguido de actividades antrópicas como incendios provocados y actos de violencia hacia las instalaciones.

**Tabla 7- 8:** Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 1

	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección					
	AMENAZA			Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo						V/S	CA	Prp	Prod	RIESGO TOTAL	
		B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2							B 3
<b>NATURAL</b>	Terremoto	1					3			3					3	Movimiento de fallas	8	4	9	9	67,5
	Erupciones Volcánicas		2			2				3				2		Proximidad al volcán Reventador	3	3	4	6	24
	Inundaciones	1			1			1					1			Alteración de la permeabilidad del suelo, crecida del río, lluvias excesivas	2	2	2	2	2
	Deslizamientos	1			1			1					1			Lluvias excesivas, mal manejo de maquinarias.	2	2	2	2	2
<b>ANTRÓPICO</b>	Violencia Civil	1				2			2				1			Huelgas, paralizaciones totales o parciales, robos, hurtos, sustracción, reclamos de trabajadores y actores sociales.	7	1	7	6	10,50
	Incendios	1				2			2					2		Incendios forestales provocados en las cercanías de las instalaciones del sistema.	6	5	7	6	24
	Presión Antrópica		2		1				2				1			Posibles asentamientos humanos ilegales y deforestación extensiva en áreas cercanas a la franja de servidumbre	1	6	1	1	4,5

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

En la Zona 2, los mayores riesgos del ambiente al proyecto se presentan por acción natural, ya que es una zona que de volcanes potencialmente activos, con amplias evidencias históricas de erupciones, inundaciones y deslizamientos con consecuencias catastróficas, seguidas de riesgo por incendios provocados por agentes externos al proyecto. Así se observa en la Tabla 7-9.

**Tabla 7- 9:** Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 2

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección				RIESGO TOTAL	
	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo									V/S	CA	Prp	Prod		
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2	B 3							
NATURAL	Terremoto			3			3					5			3	Movimiento de fallas y placas tectónicas.	8	4	8	9	108,75
	Erupciones Volcánicas			3			3					5			3	Existencia cercanía de volcanes potencialmente activos	9	5	8	9	116,25
	Inundaciones		2				3						4		2	Alteración de la permeabilidad del suelo, crecida del río, estancamiento por lahares.	6	5	7	6	48
	Deslizamientos		2				3						4		2	Lluvias excesivas, terremotos, mal manejo de maquinarias.	8	4	7	7	52
ANTRÓPICO	Violencia Civil	1				2			2					1		Huelgas, paralizaciones totales o parciales, robos, hurtos, sustracción, reclamos de trabajadores.	6	1	7	6	10
	Incendios	1					3				3			3	3	Incendios forestales provocados en las cercanías de las instalaciones del sistema. Presencia de instalaciones de almacenamiento de GLP.	6	4	7	6	51,75
	Presión Antrópica	1			1			1						1		Posibles asentamientos humanos ilegales y deforestación en áreas cercanas a la franja de servidumbre.	1	5	1	1	2

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA.

En cuanto a la Zona 3, el principal riesgo se da por la actividad natural, deslizamientos de masas de tierra con severos daños materiales. Esta información se observa en la Tabla 7-10 que se presenta a continuación:

**Tabla 7- 10:** Matriz De Evaluación De Riesgos del Ambiente al Proyecto en la Zona 3

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección				RIESGO TOTAL	
	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo					A 1	M 2	B 3		V/S	CA	Prp	Prod		
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)										
NATURAL	Terremoto	1			1			1					1			Réplicas de terremotos en sitios aledaños	3	4	4	2	3,25
	Erupciones Volcánicas	1			1			1					1			Inexistencia de Volcanes cercanos pero influencia indirecta del Chimborazo	3	4	4	2	3,25
	Inundaciones	1			1			1					1			Alteración de la permeabilidad del suelo, crecida del río, lluvias excesivas	3	3	2	2	2,5
	Deslizamientos		2									4		2		Lluvias excesivas, consistencia del terreno, mal manejo de maquinarias.	4	4	7	7	44
ANTRÓPICO	Violencia Civil	1				2			2				1			Huelgas, paralizaciones totales o parciales, robos, hurtos, sustracción, reclamos de trabajadores.	6	1	7	6	10
	Incendios	1				2			2				2			Incendios forestales provocados en las cercanías de las instalaciones del sistema.	2	4	7	6	19
	Presión Antrópica	1			1			1					1			Posibles asentamientos humanos ilegales.	1	4	1	1	1,75

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

### 7.1.5.2 Matriz de Evaluación de Riesgos del Proyecto al Ambiente

El principal riesgo identificado del proyecto al ambiente son los llamados accidentes sociales cuya magnitud se acrecienta por la consecuencia que presentaría al materializarse el peligro de ocurrencia.

A continuación se presenta en la Tabla 7-12, la Matriz de Evaluación de Riesgos del Proyecto al Ambiente de la Zona 1:

**Tabla 7- 11:** Matriz de Evaluación de Riesgos del Proyecto al Ambiente en la Zona 1

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección				RIESGO TOTAL
	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo									V/S	CA	Prp	Prod	
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2	B 3						
Erosión	1			1			1					1			Instalación de obras civiles y vías que atraviesan áreas boscosas.	1	3	1	1	1,5
Accidentes Sociales	1					3			3				2		Accidentes de tránsito, accidentes por manipulación del tendido eléctrico.	8	1	1	2	18

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSLSUA C.LTDA

A continuación se presentan las tablas 7-13 y 7-14 que contienen las Matrices de Riesgos del Proyecto al Ambiente de las Zonas 2 y 3:

**Tabla 7- 12:** Matriz De Evaluación De Riesgos del Proyecto al Ambiente en la Zona 2

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección				RIESGO TOTAL
	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo									V/S	CA	Prp	Prod	
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2	B 3						
Erosión	1			1			1					1			Instalación de obras civiles y vías fuera de áreas boscosas.	1	2	1	1	1,25
Accidentes Sociales	1					3			3				2		Accidentes de tránsito, accidentes por manipulación del tendido eléctrico.	8	1	1	2	18

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

**Tabla 7- 13:** Matriz De Evaluación De del Proyecto al Ambiente Riesgos en la Zona 3

AMENAZA	Estimación del nivel de sensibilidad de la amenaza											Capacidad estimada de adaptación			Causas Probables	Estimación de la afección				RIESGO TOTAL
	Probabilidad			Consecuencia			Estimación del Riesgo									V/S	CA	Prp	Prod	
	B (1)	M(2)	A (3)	LD (1)	D (2)	ED (3)	T (1)	TO (2)	MO (3)	Imp (4)	Int (5)	A 1	M 2	B 3						
Erosión	1			1			1					1			Instalación de obras civiles y vías cercana a áreas boscosas	1	1	1	1	1
Accidentes Sociales	1					3			3				2		Accidentes de tránsito, accidentes por manipulación del tendido eléctrico.	8	1	1	2	18

Elaborado por: CRCC 14 th - CONSULSUA C.LTDA

### 7.1.6 CONCLUSIONES

- Cada una de las zonas evaluadas presentan un tipo de riesgo natural, es así que la Zona 1 presenta riesgo de erupciones y terremotos. Sin embargo, aunque su probabilidad de ocurrencia es baja, en el caso de materializarse los daños producto de la ocurrencia de estos accidentes, los daños serán evidentes física y socialmente; la Zona 2 presenta la mayor valoración en cuanto a riesgos naturales generados del ambiente al proyecto, ya que considerando la cartografía del IGM es una zona de alta vulnerabilidad a las amenazas naturales principalmente relacionados a la Cordillera de los Andes que comprende una serie de volcanes, en cuanto que la Zona 3 presenta riesgos de deslizamientos, pues presenta probabilidad de ocurrencia media y las consecuencias son pérdidas humanas y materiales.
- El riesgo más evidente del proyecto al ambiente se refiere a accidentes sociales, que aun cuando son poco probables de ocurrir al producirse pueden llegar a ser extremadamente dañinos. A diferencia de los riesgos naturales, los riesgos sociales presentan calificaciones similares en las matrices de las tres zonas. Sin embargo, se debe recalcar que la influencia, dinámica y respuesta de la población ante las actividades del proyecto será independiente y podría generar riesgos diferentes en cada zona por la variabilidad cultural que se presenta en las regiones del país.