



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN CONFORMADO POR LAS L/T

**MOLINO – PASCUALES, MOLINO – ZHORAY – MILAGRO,
MOLINO – RIOBAMBA – TOTORAS, PASCUALES –
TRINITARIA A 230 kV Y PASCUALES – CHONGÓN – (LAS
JUNTAS) – POSORJA - (LAS JUNTAS) – SANTA ELENA,
MOLINO – CUENCA Y MILAGRO – SAN IDELFONSO –
MACHALA A 138 kV**

INFORME BASE

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS DE RIESGOS



CONTENIDO	PAGINA
9. ANÁLISIS DE RIESGOS	9-1
9.1 INTRODUCCIÓN	9-1
9.1.1 Alcance	9-1
9.1.2 Objetivo	9-1
9.2 METODOLOGÍA	9-2
9.2.1 Riesgo del entorno al proyecto o riesgos exógenos	9-2
9.2.1.1 Amenaza por eventos geofísicos	9-2
9.2.1.2 Amenaza por eventos sísmicos y volcánicos	9-4
9.2.1.3 Amenaza por procesos geomorfológicos	9-4
9.2.1.4 Amenaza de origen hidrometeorológico	9-5
9.2.1.5 Vulnerabilidad	9-7
9.2.1.6 Evaluación de los Riesgos Naturales	9-9
9.2.2 Riesgos Endógenos o del Proyecto al entorno	9-10
9.2.2.1 Identificación del peligro endógeno	9-11
9.2.2.2 Magnitud de Riesgo (Mr)	9-11
9.3 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL AMBIENTE HACIA EL PROYECTO	9-14
9.3.1 Riesgo Sísmico	9-14
9.3.1.1 Descripción de la Sismicidad Histórica del Área	9-14
9.3.1.2 Fallas asociadas a los terremotos y en las cercanías del sistema de transmisión	9-19
9.3.1.3 Zonificación Sísmica	9-22
9.3.1.4 Evaluación de riesgo sísmico	9-23
9.3.2 Evaluación de Riesgo Volcánico	9-27
9.3.2.1 Cuantificación de la amenaza (Índice de explosividad volcánica)	9-28
9.3.2.2 Afectaciones y Evaluación del Riesgo para el sistema de transmisión	9-30
9.3.3 Riesgos Geomorfológicos	9-31
9.3.3.1 Evaluación de la amenaza por movimientos en masa	9-31
9.3.3.2 Inventario de deslizamientos	9-53
9.3.3.3 Evaluación del Riesgo por Movimientos en Masa	9-74
9.3.4 Riesgo por Inundaciones	9-80
9.3.4.1 Análisis de la Amenaza por Inundación	9-80
9.3.4.2 Evaluación del riesgo por inundaciones	9-84
9.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE	9-85
9.5 MEDIDAS DE CONTROL	9-94

TABLAS

CONTENIDO	PAGINA
TABLA No. 9.1 PELIGROS NATURALES E INTENSIDADES	9-2
TABLA No. 9.2 TÉRMINOS EQUIVALENTES ENTRE PROBABILIDAD Y FRECUENCIA	9-3
TABLA No. 9.3 AMENAZA POR EVENTOS GEOFÍSICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS	9-3
TABLA No. 9.4 PERIODO DE RETORNO PARA PRECIPITACIONES	9-6
TABLA No. 9.5 ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN	9-6
TABLA No. 9.6 CLASIFICACIONES DE VULNERABILIDADES O CONSECUENCIAS	9-8
TABLA No. 9.7 PELIGROS ENDÓGENOS IDENTIFICADOS	9-11
TABLA No. 9.8 CONSECUENCIA PARA PERSONAS	9-12
TABLA No. 9.9 ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN (E)	9-12
	9-ii

TABLA No. 9.10 ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD	9-12
TABLA No. 9.11 NIVEL DE MAGNITUD DEL RIESGO (MR) PARA PERSONAS	9-12
TABLA No. 9.12 NIVEL DE CONSECUENCIAS (C) PARA EL MEDIO AMBIENTE	9-13
TABLA No. 9.13 CATEGORIZACIÓN DE LA PROBABILIDAD (P)	9-13
TABLA No. 9.14 NIVEL DE MAGNITUD DEL RIESGO (MR) PARA EL MEDIO	9-13
TABLA No. 9.15 RIESGO SÍSMICO	9-23
TABLA No. 9.16 LISTADO DE VOLCANES CUATERNARIOS	9-28
TABLA No. 9.17 PARÁMETROS UTILIZADOS PARA EL ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA	9-29
TABLA No. 9.18 RIESGO VOLCÁNICO	9-31
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020	9-32
TABLA No. 9.19 ANÁLISIS DE CAMPO PARA TORRES AFECTADAS POR MOVIMIENTOS EN MASA	9-33
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020	9-52
TABLA No. 9.20 ANÁLISIS DE CAMPO PARA TORRES AFECTADAS POR MOVIMIENTOS EN MASA	9-67
TABLA No. 9.21 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – ESCARPES DE DESLIZAMIENTO	9-70
TABLA No. 9.22 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – COLUVIONES	9-71
TABLA No. 9.23 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – MICRO COLUVIONES	9-74
TABLA No. 9.24 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA	9-74
TABLA No. 9.25 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL SISTEMA MOLINOS	9-75
TABLA No. 9.26 DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES PARA ELEMENTOS EN PELIGRO POR INUNDACIONES	9-82
TABLA No. 9.27 SECTORES AFECTADOS POR INUNDACIONES	9-83
TABLA No. 9.28 TORRES AFECTADAS POR INUNDACIONES	9-84
TABLA No. 9.29 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	9-85
TABLA No. 9.30 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO RIOBAMBA TOTRAS....	9-86
TABLA No. 9.31 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO CUENCA.....	9-87
TABLA No. 9.32 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINOS ZHORAY MILAGRO	9-88
TABLA No. 9.33 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO PASCUALES.....	9-89
TABLA No. 9.34 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA PASCUALES - TRINITARIA	9-90
TABLA No. 9.35 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA PASCUALES – CHONGÓN – (LAS JUNTAS) - POSORJA	9-91
TABLA No. 9.36 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA (LAS JUNTAS) – SANTA ELENA ...	9-92
TABLA No. 9.37 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MILAGRO – SAN IDELFONSO - MACHALA	9-93

FIGURAS**CONTENIDO****PAGINA**

FIGURA No. 9.1.	Niveles de consecuencias (Tomado de: PNUMA, 2003).....	9-7
FIGURA No. 9.2.	Costo asociado al restablecimiento del servicio eléctrico en Manabí y Esmeraldas, 2016	9-8
FIGURA No. 9.3.	Valoración de los riesgos naturales.....	9-9
FIGURA No. 9.4.	Matriz de Riesgo en base a la Amenaza.....	9-10
FIGURA No. 9.5.	Mapa de peligro sísmico sector oriental y sur del sistema de transmisión	9-20
FIGURA No. 9.6.	Mapa de peligro sísmico parte norte del sistema de transmisión.....	9-24
FIGURA No. 9.7.	Mapa de peligro sísmico parte occidental (centro) del sistema de transmisión	9-25
FIGURA No. 9.8.	Mapa de peligro sísmico sector occidental del sistema de transmisión 9-26	
FIGURA No. 9.9.	Volcanes cuaternarios, potencialmente activos y activos	9-27
FIGURA No. 9.10.	Mapa de Peligros Volcánicos.....	9-30
FIGURA No. 9.11.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona Molinos- Rivera .9-32	
FIGURA No. 9.12.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona Rivera - Pindilig .9-50	
FIGURA No. 9.13.	Mapa de Amenaza por movimiento en Masa zona de Taday	9-51
FIGURA No. 9.14.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Nulti en Cuenca 9-52	
FIGURA No. 9.15.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Tambo	9-77
FIGURA No. 9.16.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Guamote	9-78
FIGURA No. 9.17.	Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Riobamba ..	9-79
FIGURA No. 9.18.	Mapa de Amenaza por Inundaciones línea Molino Zhoray Milagro .9-80	
FIGURA No. 9.19.	Mapa de Amenaza por Inundaciones línea Molino Pascuales	9-81
FIGURA No. 9.20.	Mapa de áreas inundables	9-83

FOTOS**CONTENIDO****PAGINA**

FOTO No. 9.1.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente 24 km al NE del poblado de Machala.	9-54
FOTO No. 9.2.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 15,50 km al nw de Guayaquil	9-55
FOTO No. 9.3.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 12 km al nw de Guayaquil	9-56
FOTO No. 9.4.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 15 km al nw de Guayaquil	9-57

FOTO No. 9.5.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 7 km al ne del belén	9-58
FOTO No. 9.6.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente 3 km en dirección ne y 4 km al nw del belén	9-59
FOTO No. 9.7.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 4 km al e y 8 km al ne de san juan	9-60
FOTO No. 9.8.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo a 9,5 km al este de las juntas	9-61
FOTO No. 9.9.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo a 9,5 km al este de las juntas	9-62
FOTO No. 9.10.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 3,8 km al sw y 1 km al nw de las juntas	9-63
FOTO No. 9.11.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 8 km y 3,5 km al sw de las juntas	9-64
FOTO No. 9.12.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 15 km al w de las juntas.....	9-65
FOTO No. 9.13.	Rasgo morfológico que marca un deslizamiento antiguo aproximadamente a 14 km al se de las juntas	9-66

9. ANÁLISIS DE RIESGOS

9.1 INTRODUCCIÓN

El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas que pueda destruir vidas y medios de subsistencia. Los factores que lo compone son la amenaza y la vulnerabilidad (CIIFEN, 2016). Según el Ministerio del Ambiente, el Riesgo Ambiental se define como al peligro potencial de afectación al ambiente, los ecosistemas, la población y/o sus bienes, derivado de la probabilidad de ocurrencia y severidad del daño causado por accidentes o eventos extraordinarios asociados con la implementación y ejecución de un proyecto, obra o actividad (MAE, 2015).

De acuerdo a las definiciones, el riesgo o eventos pueden ser exógenos o del entorno al proyecto y endógenos o riesgos del proyecto hacia el ambiente.

Riesgos del Ambiente hacia el Proyecto (Riesgos Exógenos): Se define este tipo de riesgo como la probabilidad y la consecuencia de ocurrencia (vulnerabilidad) de un suceso que pueda provenir del Medio Ambiente y que pueda afectar a las actividades que se desarrollan dentro del proyecto en sus etapas de Construcción, Operación y Mantenimiento.

Estos riesgos pueden ser geológicos, como sismos, erupciones volcánicas y movimientos en masa, o atmosféricos como inundaciones, sequías, tormentas.

Riesgos del Proyecto hacia el Ambiente (Riesgos Endógenos): Se define como Riesgos Endógenos a la probabilidad y a la consecuencia de ocurrencia de un suceso que pueda afectar al Medio Ambiente por las actividades que se generan dentro de las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, como por ejemplo: explosiones, fallas mecánicas de los equipos, fallas operativas, caídas de estructuras, accidente por talado y apertura de franja de servidumbre, accidente por electrocución y trabajos en alturas por mantenimiento de la L/T.

9.1.1 Alcance

Se describe los posibles riesgos naturales y antrópicos, que se deriven de las actividades de operación, mantenimiento y retiro, para ser luego incluidos en el Plan de Contingencia de Manejo Ambiental (PMA).

Se describirán los riesgos asociados del proyecto al ambiente (Riesgos Endógenos), y del ambiente al proyecto (Riesgos Exógenos).

9.1.2 Objetivo

- Identificar y valorar los factores de riesgo que involucren peligros potenciales, los cuales podrán afectar el desarrollo de las actividades asociadas al proyecto, es decir la transmisión de energía eléctrica. Esta identificación y valoración de los factores de riesgo se realiza con el objeto de determinar las medidas de prevención y control a aplicar, y evitar la ocurrencia de eventos indeseables.

- Minimizar los daños sobre la vida humana, los recursos naturales, los bienes y la infraestructura.
- Tener una herramienta útil para la toma de decisiones sobre la necesidad o no, de adoptar las acciones preventivas que se requieran.

9.2 METODOLOGÍA

El proceso de análisis de riesgo estudia los escenarios, partiendo de las amenazas exógenas que en determinadas circunstancias se pueden constituir como causal de falla para el Sistema de Transmisión, por esta razón, es importante establecer los eventos que se han presentado en el área de estudio y en la operación de proyectos de la misma naturaleza. (Ver **Anexo Atlas Temático, Mapa de Riesgos Exógenos y Mapa de Riesgos Endógenos**).

9.2.1 *Riesgo del entorno al proyecto o riesgos exógenos*

De acuerdo a los términos de referencia y la investigación realizada sobre las principales amenazas naturales que pueden afectar al sistema de transmisión se tiene:

- Amenaza sísmica que permite determinar el riesgo sísmico
- Amenaza Volcánica que permite determinar el riesgo volcánico y de lahares
- Por movimientos en masa ligado al riesgo geomorfológico
- Por Inundaciones en lo que tiene que ver con riesgos hidrometeorológicos

9.2.1.1 *Amenaza por eventos geofísicos*

Algunas definiciones serán consideradas, para evitar confundir riesgo con amenaza, o intensidad con magnitud.

Peligro: es el grado de amenaza para un lugar, asentamiento humano o infraestructura, medida en un cierto periodo de tiempo. Los peligros suelen clasificarse por su origen: naturales, tecnológicos, sociales. Los peligros pueden ser complejos, por ejemplo, un sismo puede ocasionar movimientos fuertes del terreno y estos a su vez pueden causar deslizamientos, deslaves o avalanchas. Por ejemplo, en la destrucción de la ciudad de Riobamba en 1797, que causó entre 6 a 40000 muertes, el desastre se debió a un deslizamiento disparado por el terremoto. Cabe indicar que la línea Molino – Riobamba – Totoras, pasa por la cercanía de la falla que originó este sismo.

La identificación de un peligro involucra la determinación de una medida de su **intensidad o tamaño**, de la frecuencia en que ocurren los eventos y de su área de influencia. La intensidad dependerá de la magnitud del evento y de la distancia del sitio al lugar del origen del evento.

TABLA No. 9.1 PELIGROS NATURALES E INTENSIDADES

Peligro	Intensidad
Sismo	Aceleración máxima e intensidades

Erupciones volcánicas	Índice de explosividad (IEV), dirección del viento.
Inundaciones	Altura del agua, recurrencia
Movimientos en masa	Volumen deslizado, velocidad de movimiento

(Modificado de CEPAL, 2005)

La **vulnerabilidad física**, se refiere a cuan propenso es un sistema a sufrir daños debido a una determinada amenaza. En el caso de sistemas físicos hechos por el hombre – como el sistema de transmisión depende de las características de su diseño, de localidad de los materiales, de su buena cimentación, lo cual dependerá de los materiales sobre los que cimentó, de la degradación o deterioro de los materiales, recordemos que es un sistema que tiene más de 30 años.

La **exposición** es un concepto que se refiere al tamaño y al costo de los bienes que en una región podrían estar sujetos a las pérdidas impuestas por la amenaza.

El **riesgo** es el resultado de la interacción de: peligro, vulnerabilidad y exposición, donde la exposición se considera implícita en la vulnerabilidad, por lo que el Riesgo (R) queda entonces como el producto del peligro o amenaza (A) por la vulnerabilidad (V): $R = A \times V$.

Al definir el peligro además de la identificación de su intensidad se mencionó que para su evaluación es necesario conocer la frecuencia o periodo de retorno. Para relacionar de forma numérica la probabilidad de ocurrencia de un evento con el tiempo de exposición de una obra, se utiliza la ecuación:

$$P = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Donde:

N: periodo de exposición, por ejemplo 50 años, para obra civiles;

T: periodo de retorno

P: probabilidad de ocurrencia de un evento igual o mayor a aquel con periodo de retorno T dentro del tiempo de exposición.

Utilizando este criterio, se tiene la siguiente equivalencia:

TABLA No. 9.2 TÉRMINOS EQUIVALENTES ENTRE PROBABILIDAD Y FRECUENCIA

Probabilidad		Frecuencia	
Términos	Probabilidad de ocurrencia en 50 años	Periodo de retorno en años	Términos
Alta	100 hasta 82%	1 hasta 30	A menudo
Media	82 hasta 40%	30 hasta 100	media
Pequeña	40 hasta 16%	100 hasta 300	rara

Fuente: A Petrascheck, 1995.

A partir de las definiciones mencionadas, se obtiene la matriz que será utilizada para estimar la amenaza de cada Línea de Transmisión:

TABLA No. 9.3 AMENAZA POR EVENTOS GEOFÍSICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS

PERIODO DE RETRONO	A menudo	1 hasta 30 años			
	Media	30 hasta 100 años			
	Rara	100 hasta 300 años			
	Muy Rara	Mayor que 300 años			
			BAJA	MEDIA	ALTA
			INTENSIDAD - ACELERACION		
	PELIGRO BAJO: Los procesos naturales no implican amenaza para los seres humanos ni para la infraestructura.				
	PELIGRO MEDIO: Los procesos naturales implican un nivel de amenaza que necesita seguimiento con recursos tecnológicos y económicos.				
	PELIGRO ALTO: Los procesos geológicos son una amenaza latente que puede producir pérdida de vidas humanas y destrucción de infraestructura.				

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.2.1.2 Amenaza por eventos sísmicos y volcánicos

La metodología utilizada para la evaluación de estas amenazas geofísicas, se basa en el marco analítico básico para el análisis de impacto de los desastres y la gestión de riesgo que es válida para la región de América Latina y el Caribe, que tienen un rasgo común de su exposición a la amenaza de desastres, elaborado por las Naciones Unidas (CEPAL, 2005).

Para el caso de amenaza por eventos sísmicos se utilizó la información histórica, que consta en varios estudios de peligro sísmico ejecutado para obras de importante infraestructura como presas, hidroeléctricas. Oleoductos y poliductos.

Se utilizó también el catálogo del Centro Internacional de Sismología (ISC), de donde se obtuvo la ubicación y tamaño de los sismos desde 1972 hasta el presente para los sismos con magnitud mayor a 4 y desde 1904 hasta 2009 en el caso de sismos con magnitud mayor a 5.5, en este catálogo se incorporó sismos históricos de los cuales se han deducido su magnitud y ubicación en base a recopilaciones de los daños originados y por lo tanto de estudios de las intensidades producidas (Egred, 2007, Beauval y otros 2010, Beauval y otros 2013).

Para la identificación y análisis de fallas geológicas se utilizó el estudio realizado por la USGS y la Politécnica Nacional en el 2003, en este trabajo se presenta las tasas de movimiento de las fallas identificadas, con esta información se comparó la distancia del sistema Molino con las fallas identificadas.

Las aceleraciones posibles esperadas para el país están plasmadas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015), este estudio es utilizado para estimar el nivel de amenaza en el presente trabajo.

9.2.1.3 Amenaza por procesos geomorfológicos

La metodología seguida para la evaluación de la amenaza consideró el uso de los mapas de amenaza realizado a escala 1:50 000 por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR 2011), para tener un dato global del nivel de peligrosidad en la que se encuentra el sistema Molino. El método considera 8 factores expresados en mapas y es una derivación del conocido método de Mora y Varhson (1991), los factores considerados son: pendiente,

uso del suelo (uso, profundidad), Geológico (Litología), Geomorfológico (Altura relativa), Hidrológico (Isoyetas), Sísmico (fallas e intensidad). Aunque es llamado mapa de amenaza, no expresa la frecuencia de ocurrencia, ni la magnitud de los fenómenos de remoción en masa, esta deficiencia es eliminada al utilizar un inventario de deslizamientos y un breve análisis de la magnitud de los mismos, trabajo que fue realizado en este estudio.

El nivel de la amenaza se simplificó en tres, para uso práctico de los mismos.

- El **nivel de amenaza alta** comprende zonas con pendientes mayores a 50%, en sitios con suelos pocos cohesivos y rocas meteorizadas, fracturadas, con influencia de factores climáticos y sismo tectónicos.
- La **amenaza media** en zonas con pendientes entre 30-50%, el material se inestabiliza tras actuaciones naturales o antrópicas muy intensas y/o extensas como cortes de vías sin diseño, canales de agua para regadío o lluvias prolongadas.
- La **amenaza baja** en zonas con pendientes bajas, menores a 30% y en materiales geológicos estables aún ante fenómenos intensos y extensos como precipitaciones.

Se identificaron los deslizamientos existentes por medio de un estudio del análisis de imágenes satelitales a una escala de semidetalle (1:5000), el resultado fue un inventario de deslizamientos; se profundizó el análisis en los sitios donde los movimientos en masa se encuentran cerca de las torres.

9.2.1.4 Amenaza de origen hidrometeorológico

A nivel de la escala requerida en los términos de referencia es realizada para todo el Ecuador por el MAGAP (2015). Las inundaciones han venido repitiéndose históricamente en nuestro país de forma recurrente, ocasionando pérdidas de vidas humanas y a bienes e infraestructura.

Según el Centro Nacional para la Prevención de Desastres – CENAPRED de México (2011), se entiende por inundación a *“aquel evento que, debido a precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura”*.

La metodología utilizada es del tipo geomorfológico, se basa en la frecuencia de las inundaciones que depende de las formas, alturas o cotas de las terrazas fluviales del río; no es un criterio de probabilidad, sino un criterio físico, que involucra conocer los rasgos topográficos (relieve), litológicos y las características de los suelos en una determinada zona geográfica. Una buena delimitación de las unidades morfológicas en un valle aluvial permite visualizar las diferentes zonas de ocupación del cauce a lo largo de la historia geológica de la cuenca (morfogénesis), así mismo permite observar qué zonas han sido ocupadas, depositadas y abandonadas recientemente por los ríos.

Es importante anotar que la llanura aluvial reciente no es estática ni estable; los sedimentos que la constituyen no son consolidados y por consiguiente las márgenes de los principales ríos fácilmente se erosionan formando meandros, diques y cauces abandonados.

Para definir los niveles de susceptibilidad a inundaciones se incorporó la recurrencia de inundación o el periodo de tiempo entre cada inundación de una determinada zona, en base a la frecuencia de las precipitaciones intensas. Se determinó para cada estación la serie de precipitación máxima anual que se obtuvo de la serie histórica de precipitación mensual. Estas series fueron sometidas a un análisis de frecuencias, con el objeto de estimar la precipitación máxima anual para diferentes períodos de retorno 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 años. El mejor ajuste obtenido para la distribución de las máximas precipitaciones fue Gumbel. En las diferentes estaciones meteorológicas consideradas, se obtuvieron los períodos de retorno de 10, 100, 200 y 500 años, que se los establece en tres categorías de frecuencia que son:

TABLA No. 9.4 PERIODO DE RETORNO PARA PRECIPITACIONES

Frecuencia	Período de Retorno TR (Años)
Alta	TR $\leq$ 10
Media	10 < TR $\leq$ 100
Baja	100 < TR $\leq$ 500

Fuente: MAGAP, 2015

Las zonas inundadas dejan depósitos finos (con predominio de arcilla y limo), por lo que, al cruzar capas con relieve de baja pendiente, se establece zonas sujetas a inundación. El resultado de los límites obtenidos fue validado con imágenes satelitales o fotografías aéreas de épocas de alta precipitación, completando con la recurrencia del periodo de retorno y validado con la experiencia de agricultores encuestados.

TABLA No. 9.5 ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN

TAMAÑO DE SEDIMENTO	PENDIENTE (%)		
	0-5	5-12	12-25
Arena	Baja	Sin	Sin
Limo Arena	Baja	Sin	Sin
Limo	Media	Baja	Sin
Arcilla-Limo	Alta	Media	Baja
Arcilla (>60%)	Alta	Media	Baja

Modificado de: MAGAP, 2015

Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

Las **zonas de susceptibilidad alta**, son inundaciones cíclicas, ocurren todos los años en la época lluviosa. En zonas con suelos finos y muy finos en muy bajas pendientes.

Las **zonas de susceptibilidad media**, generadas por precipitaciones fuertes o extraordinarias, con frecuencias medias o bajas, que cubren las terrazas medias, bancos, diques aluviales y llanura antigua de depositación, en pendientes del 5-12% y zonas de suelos finos o limos depositados en pendientes menores a 5%.

Las **zonas de susceptibilidad baja**, son zonas propensas a inundarse por desbordamientos de los ríos originados por eventos hidrometeorológicos extraordinarios (con frecuencia baja). Cubren terrazas y los niveles medios y altos de la llanura. En zonas ubicadas en las laderas adyacentes de los márgenes de los ríos generalmente en pendientes superiores a 12%, al depositar suelos finos.

9.2.1.5 Vulnerabilidad

En el contexto del análisis de riesgos, la vulnerabilidad está relacionada con los puntos débiles del sistema de transmisión eléctrico, debilidades que se reflejan cuando existe un cambio de las condiciones de funcionamiento normal, como cuando se producen eventos de desastres naturales o eventos de fallas operacionales que pueden provocar un mayor o menor grado de inestabilidad del sistema. Por tanto, la vulnerabilidad expresa por un lado que el sistema de transmisión eléctrico está expuesto a riesgos y por otro la capacidad de respuesta ante dichos eventos.

Una forma simple de especificar la función de vulnerabilidad consiste en utilizar el concepto de niveles de daño o consecuencias. La cantidad de datos y registros históricos pueden ayudar a determinar los niveles de vulnerabilidad, al comparar las condiciones actuales con las prevalecientes en los momentos de los desastres pasados (CEPAL, 2005; PNUMA, 2003). Por ejemplo, las pérdidas por el colapso de torres de subtransmisión en Manabí, fue de 1,5 millones de dólares y las pérdidas por el apagón se estima en 1,8 millones de dólares, por el terremoto del 16 de abril del 2016 (Senplades, 2016). Estas cifras dan una idea del nivel de las consecuencias y por lo tanto de la vulnerabilidad frente a este peligro natural.

FIGURA No. 9.1. Niveles de consecuencias (Tomado de: PNUMA, 2003)

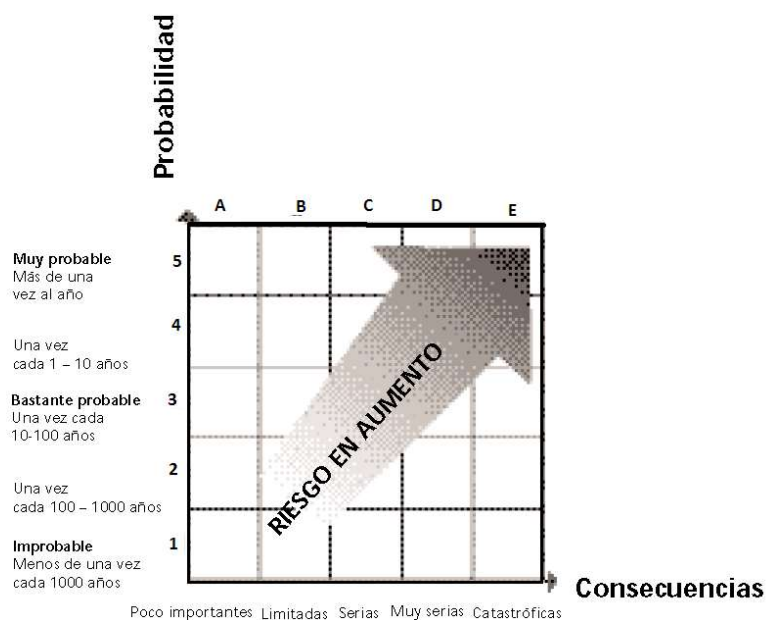


FIGURA No. 9.2. Costo asociado al restablecimiento del servicio eléctrico en Manabí y Esmeraldas, 2016

Fuente: Senplades (2016)

Los niveles de consecuencias o los daños causados pueden ser jerarquizados como se observa en la tabla siguiente, y se clasifican en daños inducidos a la población, es decir, consecuencias para la vida y la salud; las propiedades, es decir, los costos que causó el daño y el medio ambiente. Las consecuencias se las puede expresar por lo tanto en términos cualitativos o cuantitativos

TABLA No. 9.6 CLASIFICACIONES DE VULNERABILIDADES O CONSECUENCIAS

CLASE	CONSECUENCIAS		
	POBLACIÓN	INFRAESTRUCTURA (en millones de dólares)	MEDIO AMBIENTE
1. Poco importante (Despreciable)	Padecimientos ligeros durante un tiempo	<0.5	Sin contaminación, efectos contenidos.
2. Limitadas (Marginal)	Algunas lesiones, malestar que perdura.	0.5-1	Contaminación simple, efectos contenidos.
3. Graves (Crítico)	Algunas heridas graves, serias complicaciones.	1-5	Contaminación simple, efectos difundidos.
4. Muy graves (Severo)	Algunas muertes (más de 5), varios heridos (20) de gravedad y hasta 500 evacuados.	5-20	Alta contaminación, efectos contenidos
5. Catastróficas	Varias muertes (más de 20), cientos de heridos graves y más de 500 evacuados.	>20	Muy alta contaminación, efectos muy difundidos.

Tomado de: PNUMA 2003

9.2.1.6 Evaluación de los Riesgos Naturales

La evaluación del riesgo es un proceso que consiste en determinar su naturaleza y extensión para obtener una medida de sus consecuencias (CEPAL, 2005). Esto puede lograrse desde dos enfoques:

- El análisis de la interacción de los factores de riesgo, es decir, el estudio de las amenazas potenciales o peligros, y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes.

$$R = A \times V$$

Donde:

R = riesgo

A = amenaza

V = vulnerabilidad

- Evaluación sustentada en el análisis de registros de eventos pasados.

El que se utiliza en el presente estudio es el primero, sin embargo, en ambos enfoques es necesario contar con información o estudios previos, ya sea de peligro y vulnerabilidad, o con información procesada de eventos pasados.

La forma más asequible de medir el riesgo es la de cuantificar sus consecuencias, las cuales pueden ser pérdidas económicas, sociales o ambientales. Con base en la suposición de que los procesos naturales y la generación de daños pueden modelarse como procesos estocásticos, es decir, que cada tipo de amenaza, es una variable aleatoria, y depende en su magnitud e intensidad del periodo de tiempo que consideremos. En este caso, consecuencias o pérdidas pueden evaluarse en términos de sus probabilidades de ocurrencia. De forma gráfica podemos señalar la siguiente matriz, en base a las definiciones ya consideradas en párrafos anteriores:

FIGURA No. 9.3. Valoración de los riesgos naturales

Frecuencia Consecuencia	Frecuente	Probable	Ocasional	Remoto	Improbable
Catastrófico					
Severo					
Crítico					
Marginal					
Despreciable					
Riesgo extremo	Riesgo extremo. No tolerable. Escenario donde se requiere diseñar una respuesta detallada por emergencia. Tomar medidas para reducir el riesgo requerido.				
Riesgo alto	Riesgo alto: Riesgo inaceptable por periodos prolongados, se deben implementar medidas de control				
Riesgo Moderado	Riesgo moderado. Evaluar medidas para la reducción del riesgo. Pueden ser necesarios cambios. Se debe diseñar una respuesta de carácter general para el manejo de contingencias.				
Riesgo bajo	Riesgo bajo. No requiere ningún proceso de mitigación.				

Fuente: PNUMA (2003)

Para los casos en los que se tiene información adicional de la recurrencia del evento, y se tiene información de su intensidad, se utiliza en el presente estudio la siguiente matriz:

FIGURA No. 9.4. Matriz de Riesgo en base a la Amenaza

AMENAZA	ALTA					
	MEDIA					
	BAJA					
		1	2	3	4	5
		Poco importante (Despreciable)	Limitadas (Marginal)	Graves (Crítico)	Muy Graves (Severo)	Catastrófico
VULNERABILIDAD EN FUNCION DE LAS CONSECUENCIAS						
Riesgo Muy Alto o Extremo		Paralización de operaciones. Escenario donde se requiere diseñar una respuesta detallada por emergencia. Tomar medidas para reducir el riesgo.				
Riesgo Alto		Paralización de operaciones. Se deben implementar medidas de control, se requiere corrección inmediata.				
Riesgo Moderado o Importante		Evaluar medidas para la reducción del riesgo, puede requerirse cambios. Se debe diseñar una resuest de carácter general para el manejo de contingencias.				
Riesgo Bajo o Posible		Mantener la alerta, con inspecciones esporádicas.				
Riesgo Aceptable		No requiere ningun proceso de mitigación.				

Fuente: Modificado de matriz de evaluación riesgos de Fine y D'ércole

9.2.2 Riesgos Endógenos o del Proyecto al entorno

A esta clase corresponden los riesgos a que los trabajadores e infraestructura podrían estar expuestos durante la ejecución del proyecto. Para analizar este riesgo se utiliza el método de ANÁLISIS DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP (Hazard and Operatibility analysis – HAZOP). Este es un método inductivo que permite identificar los riesgos y evaluarlos.

El proceso racional de identificación se realiza en dos fases, en la primera se detecta posibles peligros, y la segunda el impacto. Su evaluación se la realiza en base a la probabilidad de ocurrencia (frecuencia) y las consecuencias más probables. El producto de estas dos variables se conoce como MAGNITUD DEL RIESGO (MR), que es una medición que permite evaluar y jerarquizar el riesgo en forma cuantitativa, en función de su probabilidad, exposición y consecuencia.

El riesgo se analiza en tres fases:

- Identificación del peligro y problemas de operación
- Evaluación del riesgo
- Aplicación de medidas de control

Una vez que se ha identificado los peligros, se debe evaluar la Magnitud, o sea que probabilidad existe que el o los peligros identificados ocurran, se evaluará las consecuencias más probables hacia las personas y equipos.

Luego de haber identificado el peligro y evaluado su magnitud, y si ésta supera los límites que se ha fijado como base aceptable, de debe aplicar las medidas de control necesarias, ya

sea incorporando nuevas tecnologías, equipos o sistemas de control. Si económicamente no es factible, se debe implementar procedimientos operacionales y el entrenamiento a las personas que desarrollan estas tareas.

9.2.2.1 *Identificación del peligro endógeno*

Partiendo del entendimiento de las actividades a desarrollar por el proyecto, se determinaron los factores de peligro asociados a la operación de la línea eléctrica. La actividad durante la operación es la transmisión de energía eléctrica y el mantenimiento electromecánico debido al uso y deterioro de las torres.

TABLA No. 9.7 PELIGROS ENDÓGENOS IDENTIFICADOS

Tipo de Peligro	No	Factor de Peligro/Evento	Descripción
	4	Explosiones/ Incendios	Se puede dar por falla en su normal funcionamiento a causa de fallas eléctricas, operativas, de mantenimiento, daños por terceros.
	5	Trabajo en alturas	Comprende caídas desde alturas superiores a 1,8m. En la fase de operación, cuando se realiza la limpieza o reparaciones de las torres
	6	Ruido	Los niveles de ruido pueden superar los niveles admisibles de la normativa ambiental vigente
	7	Emisión de campo electromagnético	La radiación electromagnética no ionizante puede superar los niveles admisibles de la normativa ambiental vigente
	8	Contacto eléctrico de las torres	Debido a la corrosión y daños por terceros puede perderse la verticalidad de las torres de 30m de altura y producir contacto eléctrico.

9.2.2.2 *Magnitud de Riesgo (Mr)*

Una vez identificado los peligros que pueden afectar la operación del sistema Molino se tiene las herramientas para realizar la evaluación de riesgo, relacionada con las personas (Pe) por un lado y bienes físicos (BF), Operacionales (O) y Medio Ambiente (MA) por otro.

MR relacionado con personas

La magnitud del riesgo se calcula utilizando las consecuencias (C), la estimación de la exposición (E) y la estimación de la probabilidad (P) de acuerdo como se categorizan en las tablas siguientes:

Las consecuencias (C), miden el nivel o grado de severidad que pueden revestir los daños a las personas, como consecuencia de un incidente

TABLA No. 9.8 CONSECUENCIA PARA PERSONAS

Clasificación	Categoría	Consecuencia
Leve	1	Lesión (es) leve (s) no incapacitantes
Seria	2	Lesión (es) incapacitante (s) temporal (es) y permanente (es) parcial (es)
Grave	4	Pérdida de vida de un trabajador o incapacidad permanente total

Fuente: Juan Flores Ramírez

La **exposición (E)**, trata del número de veces que el trabajador (es) o personas de la población, se expone a un evento en un periodo determinado.

TABLA No. 9.9 ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN (E)

Número de veces exposición del trabajador al riesgo			
Anual-semestral	Trimestral-mensual	Semanal	Diaria
1	2	3	4

Fuente: Juan Flores Ramírez

La **probabilidad (P)**, se relaciona con la frecuencia de ocurrencia del evento no deseado y se expresa por una escala de categorías que corresponden al nivel de frecuencia de ocurrencia.

TABLA No. 9.10 ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD

Categoría	Definición
1	Casi improbable que ocurra
2	Puede ocurrir alguna vez
3	Ocurre regularmente
4	Ocurre la mayor parte de veces

Fuente: Juan Flores Ramírez

La magnitud del riesgo (MR), permite clasificar el riesgo a las personas, de manera que permita focalizar y priorizar las acciones correctivas que se deben incorporar en el control durante su operación, con el fin de proteger a las personas y da confiabilidad a los sistemas.

$$\text{Magnitud del Riesgo } M = C * E * P$$

TABLA No. 9.11 NIVEL DE MAGNITUD DEL RIESGO (MR) PARA PERSONAS

Nivel de Criticidad	Rango (MR)
Grave	24 a 64
Serio	16 a 18
Leve	1 a 12

Fuente: Juan Flores Ramírez

MR relacionado con los Bienes Físicos y Medio Ambiente

Estimación de las Consecuencias. Para evaluar cómo se afecta el Medio Ambiente con un incidente, se puede aplicar las siguientes categorías de afectación:

TABLA No. 9.12 NIVEL DE CONSECUENCIAS (C) PARA EL MEDIO AMBIENTE

Categoría	Definición
1	Insignificante o mínimo impacto
2	Baja severidad - acción local
3	Mediana severidad – apoyo de otras áreas
4	Severa – compromete a toda la organización
5	Muy severa – se afecta a la comunidad

Fuente: Juan Flores Ramírez

Estimación de la Probabilidad (P). Se trata de la frecuencia de ocurrencia del evento no deseado y se expresa por una escala de categorías que corresponden al nivel de frecuencia de ocurrencia que tiene el potencial de producir daño a los bienes físicos y al medio ambiente.

TABLA No. 9.13 CATEGORIZACIÓN DE LA PROBABILIDAD (P)

Categoría	Definición
6	Se espera que ocurra al menos una vez al año, curre la mayor parte de las veces
5	Se espera que ocurra al menos una vez cada 3 años. Ocurre regularmente.
4	Se espera que ocurra al menos una vez cada 10 años. Ocurre algunas veces.
3	Se espera que ocurra al menos una vez en 15 años. Es raro que ocurra.
2	Se espera que ocurra no más de 1 vez en 25 años. Ha ocurrido
1	Se espera que ocurra no más de 1 vez en 90 años. Casi improbable que ocurra, se tiene conocimiento que ha ocurrido.

Fuente: Juan Flores Ramírez

La magnitud del Riesgo (MR) permite clasificar las amenazas o eventos para priorizar las acciones de control y definir los planes de mitigación de los mismos.

$$\text{Magnitud el Riesgo MR} = C * P$$

De acuerdo a la Magnitud del Riesgo se definen tres niveles de criticidad: grave, serio y leve, según los rangos que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA No. 9.14 NIVEL DE MAGNITUD DEL RIESGO (MR) PARA EL MEDIO

<i>Nivel de Criticidad</i>	<i>Rango (MR)</i>
Grave	15 a 30
Serio	5 a 12
Leve	1 a 4

Fuente: Juan Flores Ramírez

De esta manera, conociendo el nivel de criticidad de los riesgos identificados, se obtiene un inventario priorizado de los riesgos a los bienes físicos y al medio ambiente del Sistema de transmisión, con la finalidad de minimizar los efectos de los riesgos desencadenados, aplicar medidas de control y establecer planes de emergencia y de contingencia.

9.3 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL AMBIENTE HACIA EL PROYECTO

9.3.1 *Riesgo Sísmico*

9.3.1.1 *Descripción de la Sismicidad Histórica del Área*

Tomando en cuenta tanto los sismos históricamente descritos, que abarcan desde el siglo XVI hasta principios de este siglo, así como los sismos registros instrumentales recopilados por la red mundial o por redes regionales hasta el presente y reportados en catálogos mundiales.

Vale señalar que desde 1645 se tienen en las cercanías 7 terremotos destructores con una mayor magnitud a 6, por lo tanto, la recurrencia o periodo de retorno es de 62,5 años. Los sismos históricos son los siguientes:

15 de marzo de 1645. Muchos temblores al comienzo de este año, sentidos en Quito y Riobamba, hasta febrero en que ocurre un terremoto que causó graves estragos en toda la comarca. El terremoto originó desprendimientos internos en el volcán Tungurahua. Innumerables réplicas. Muchos muertos. El epicentro se encuentra a 14 km de la línea Molino Riobamba y se estima una Magnitud entre 6,7 a 7,3 (Catalogo del Instituto Geofísico de la EPN)

29 de agosto de 1674. Destrucción de Chimbo y 8 pueblos circundantes. La mayor destrucción ocurrió en Chimbo. Pocos sobrevivientes". A pesar de la magnitud, la zona macro sísmica fue bastante restringida. Grandes deslizamientos en montes y laderas. Agrietamiento del terreno por todas partes. Represado el río (Catalogo del Instituto Geofísico de la EPN). Magnitud 6,3 a 6,8, a una distancia de 39 km de la línea Molino Riobamba.

22 de noviembre de 1687. Gran terremoto en las provincias centrales. Destrucción de Ambato, Latacunga y muchas poblaciones de la comarca. Deslizamientos de montes y taludes. Muchas réplicas sin interrupción durante varias semanas. Aproximadamente 7200 muertos. El sismo se encuentra a 22 km de la línea Molino Riobamba, su magnitud estimada es de 6,6 a 6,3.

20 de junio de 1698 Los daños materiales se extendieron desde el Nudo de Tiopullo hasta el Nudo del Azuay. Muertos: Ambato más de 3000; Latacunga aproximadamente 2000; en los pueblos de sus jurisdicciones se estimó unos 1500; en Patate alrededor de 200 y en Riobamba 100. Según algunos autores el número de víctimas ascendió a 8000. Gran destrucción de casas e iglesias en Ambato, Latacunga, Riobamba y todos los pueblos de la comarca.

Grandes deslizamientos en montes, laderas y taludes. Represamientos de ríos y quebradas; desbordamiento y avalancha en el río Ambato. Derrumbes en el Carihuairazo. Grietas de 4 a 5 pies de ancho y 1 legua de longitud, en dirección N-S. En vista de la gran destrucción y efectos asociados, se intenta mudar de sitio a las ciudades de Ambato, Latacunga y Riobamba, lo cual no fue permitido por las autoridades de la Real Audiencia (Catalogo del Instituto Geofísico de la EPN). La magnitud es estimada en 7.7 (Egred, inédito).

10 de mayo de 1786. Terremoto en Riobamba. Graves daños en la ciudad y pueblos vecinos. Destrucción total de muchas casas de adobe, Se efectuó un inventario detallado de los daños

en Riobamba, casa por casa, incluyendo el costo aproximado de las reparaciones. La magnitud estimada es entre 5.4 y 6.2 (Beauval y otros 2013)

4 de febrero de 1797. Destrucción total de la Villa de Riobamba. El terremoto más destructivo en el territorio ecuatoriano y uno de los de mayor magnitud en toda su historia. Destrucción total de la antigua ciudad de Riobamba, razón por la cual no fue reconstruida en el mismo sitio y se mudó al lugar que actualmente ocupa. Daños muy severos en ciudades, pueblos y caseríos de lo que actualmente son las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi y parte de Bolívar y Pichincha. Las trepidaciones y ondulaciones del suelo duraron aproximadamente 4 minutos. Inmensos deslizamientos de laderas y montes, uno de los cuales, sepultó por completo tres barrios de Riobamba.

Grietas muy profundas y anchas. Algunas de impresionante longitud. En el valle de Patate, por ejemplo, se dice que las grietas fueron tan grandes, que "desaparecieron haciendas". Notable cambio del paisaje por las grietas, destrucción de los montes, levantamientos y hundimientos del terreno, cambio del curso de los ríos, etc.

Brotan o desaparecen fuentes termales. Licuefacciones en muchos sitios. Represamiento de varios ríos durante varios días y hasta semanas, siendo los principales el Ambato, "Tacunga" y Pachanlica, además de varias quebradas afluentes. Al romperse los diques naturales, se originaron enormes avalanchas que arrasaron lo que quedaba de pueblos y haciendas, como ocurrió en el valle de Patate

Brotó agua y lodo de mal olor en varios lugares, como en el cerro Altar. Igual aconteció en cerro Igualata, donde, además: "se abrieron cinco bocas en la cumbre por las que salían llamas de fuego y lodo, que formaban por la falda ríos de mucha extensión ... cada borbotón de lodo, un nuevo temblor..."

Muertos contabilizados: 12.833, pero se estima que la cifra debió ser mucho mayor. Hay quienes estiman que fueron 31.000 y otros autores incluso mencionan cifras aún mayores, tomando en consideración que, en algunas zonas, la contabilización fue imposible hacerla con precisión y, en otros sitios, no se tomó en cuenta a las clases sociales bajas. Los heridos se sumaron igualmente por millares, muchos de los cuales murieron posteriormente, en infinidad de casos por la imposibilidad de rescatarlos.

En muchos otros casos los heridos fallecieron por la inexistencia de ayuda médica y tiempo más tarde, a causa de las epidemias y pestes que se propagaron, como resultado de la contaminación causada por la descomposición de cadáveres de personas y animales. La magnitud estimada es entre 7,5 – 7,9, estaría localizado su epicentro en un flanco del volcán Igualata a 9 km al oriente del sistema Molino como se indica en la Figura 10.3.2 (Beauval y otros 2010)

23 de septiembre 1911. Violento sismo que causó estragos de consideración en varios cantones de la provincia de Chimborazo, donde el 90% de edificios y casas fueron afectados en mayor o menor cuantía. Deslizamientos de laderas y taludes de caminos. Este sismo tendría su epicentro en la población de Cajabamba.

5 de agosto de 1949 Gran terremoto de Pelileo, ciudad que fue totalmente destruida. Ambato en escombros. Destrucción casi total de muchas poblaciones de las provincias de

Tungurahua y Cotopaxi. Graves daños en localidades de las provincias de Chimborazo y Bolívar. Grandes grietas en el terreno y derrumbes y deslizamientos voluminosos en montes y caminos de toda la región. Cambio del paisaje en muchos lugares. Licuefacciones especialmente en el sector de La Moya de Pelileo, donde tradicionalmente ha ocurrido el mismo fenómeno con otros terremotos, como el de Riobamba de 1797. Brotaron nuevas fuentes termales y otras modificaron sus caudales, la temperatura, desaparecieron temporal o definitivamente.

Las pérdidas materiales, tanto para el Estado como para la población fueron incalculables y las consecuencias socioeconómicas afectaron al país durante varios años.

Datos estadísticos reportados (Egred, inédito):

Área afectada: 1920 km². Muertos: 6000 (aproximado).

Personas sin hogar: 100.000

Mayor destrucción: Pelileo: 100% Píllaro: 90%

Guano: 80% Ambato: 75% Carreteras: 407 km.

8 de abril 1961. Graves daños en la provincia de Chimborazo. Principalmente fueron afectadas las edificaciones de adobe y tapia. Derrumbes y deslizamientos en laderas y taludes de carreteras y caminos. En Huigra se desprendieron las líneas férreas. El movimiento se sintió en casi todo el país. *Investigación realizada por José Egred A.*

Sismo Bahía de Caráquez, Portoviejo y Canoa (03-05-1896). Destrucción parcial o casi total de construcciones en Bahía de Caráquez, Portoviejo y Canoa. En Portoviejo, Cerro de Hojas y Canoa, se abren grietas muy extensas y profundas; algunas alcanzaron hasta 2 m. de ancho. Se forman pequeños cráteres de 2m de profundidad, por los que emanó agua y arena (licuefacciones). Múltiples deslizamientos en cerro y taludes. Levantamientos del terreno de entre 10 y 100 pies, formando mesetas de regular extensión. Dos sismos premonitores (sentido por pocas personas en Quito) y gran número de réplicas. 1 muerto y varios heridos. Investigación realizada por José Egred A – IG-EPN.

Sismo Costa norte de Ecuador – Frontera con Colombia (31-01-1906), el miércoles 31 de enero de 1906, a las 10:36 a.m. hora local (15:36 UT), ocurrió un fuerte sismo de magnitud 8.8 (Mw). Su epicentro fue localizado en el Océano Pacífico, cerca de la costa norte ecuatoriana, en 1,50° N y 80°W, a 35 kilómetros de profundidad.

El sismo originó la formación de un tsunami, que, según observaciones de testigos, tuvo una altura entre 2 y 5 metros, y las olas arrastraron a su paso personas, animales, viviendas y enseres. Este tsunami afectó toda la costa comprendida entre Bajo Baudó (Pizarro) al norte y Esmeraldas al sur. Los daños más notables ocasionados tanto por el sismo como por el tsunami, se presentaron en las costas de los departamentos de Cauca, Nariño en Colombia, en la Provincia de Esmeraldas en Ecuador y fue sentido desde Bogotá hasta Manta (Ecuador). Aunque los reportes no aclaran si la destrucción en las poblaciones fue generada por el sismo o por el tsunami, al parecer este último fue el que más daños y pérdida de vidas causó. IG-EPN.

Sismo del 2 de octubre de 1933, un sismo fue localizado en la coordenada 2°S y 81°W (frente a La Libertad en la Península de Santa Elena), con magnitud 6,9 Richter. En la Libertad se produjeron fuertes oscilaciones del nivel del mar inmediatamente después del

terremoto, un cable submarino fue roto a 25 km. al sur de Salinas, el mar se retiró inmediatamente después del sismo, el cual ocurrió a las 10h30, y luego se elevó alcanzando el nivel de la alta marea una hora después de ocurrido el sismo (la bajamar fue aproximadamente a las 10h00), aproximadamente a las 12h00 el mar regresó a su nivel de bajamar y nuevamente se elevó a las 14h00. Se deduce de lo expuesto anteriormente que el tsunami fue de origen cercano y que en 3,5 horas el mar realizó oscilaciones que normalmente efectúa en 10 horas, la amplitud debió ser aproximadamente entre 2 a 2.5 m. y que el tsunami produjo una inundación en lugar de oleaje turbulento, al arribo a las costas. Tomado de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/estudio-de-tsunamis/73-eventos-en-el-ecuador>.

Sismo de Chone (13-05-1942), el 13 de mayo de 1942 un sismo de 7,8 grados sacudió a Manabí y varias partes de Ecuador. Sí, de 7,8, igual al del pasado 16 de abril. La edición del martes 26 de mayo de 1942, en ese entonces, de Diario Manabita, citaba a Ordematt, quien aseguraba que para la ciencia era complicado saber si existía peligro de otro terremoto, por el pánico que había entre la gente. “Se sabe que es difícil que un terremoto se suceda a continuación de otro”, decía en ese entonces. El epicentro del sismo de 1942 fue en Chone, entre Atahualpa, Chibunga y San Francisco de Novillo. Investigación realizada por Diario El Universo.

Sismo de Bahía de Caráquez (04-08-1998), el 4 de agosto de 1998 se registró un evento de magnitud 7.1 que se localizó frente a la ciudad de Bahía de Caráquez, provocando ingentes pérdidas económicas, en especial al sector turístico, ya que hubo una importante reducción del flujo turístico a la zona, así como pérdidas debido al desplome y daños estructurales de algunos edificios ubicados en la ciudad. Egred (sin año) señala que el terremoto ocasionó severas consecuencias en la provincia de Manabí, gran destrucción de edificios en Bahía de Caráquez, y daños graves en Canoa, San Vicente y otras localidades cercanas. En otras ciudades de Manabí los daños fueron de menor proporción.

Sismo de Pedernales (16-04-2016), El terremoto de Ecuador de 2016 fue un movimiento sísmico ocurrido a las 18:58 ECT del sábado 16 de abril de 2016, con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales, en la provincia ecuatoriana de Manabí. Con una magnitud de 7,8 Mw, constituye el sismo más fuerte sentido en el país desde el terremoto de Colombia de 1979, el más destructivo desde los terremotos de Ecuador de 1987 y el cuarto más grande (en magnitud) del año 2016. Las ondas sísmicas llegaron al suroccidente de Colombia, sintiéndose en ciudades de ese país como Tumaco, Cali, Pasto, Popayán y Neiva y a la frontera norte de Perú, en lugares como Tumbes, Piura, Cajamarca, Lambayeque y Amazonas.

Desde la ciudad de Roma, donde se encontraba al momento del suceso, el presidente declaró el estado de excepción a nivel nacional, y estado de emergencia en seis provincias costeras. Según la Oficina de la ONU para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, más de un millón de personas fueron afectadas por el terremoto.

El terremoto fue precedido por un sismo de magnitud 4,8 Mb que ocurrió aproximadamente 11 minutos antes.

El terremoto de 7,8 de magnitud en la escala de Magnitud de momento sacudió a la costa pacífica ecuatoriana a las 18:58 horas (UTC-05:00, hora local), el movimiento telúrico se

sintió principalmente en localidades cercanas a su epicentro, localizado entre las provincias de Manabí y Esmeraldas.

Sin embargo, el sismo también fue sentido con fuerza en las otras cinco provincias de la costa ecuatoriana (Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Santo Domingo y El Oro), varias provincias de la sierra norte del país (Carchi, Imbabura, Pichincha y el Distrito Metropolitano de Quito), y en menor medida otras de la sierra central y sur (Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Cañar, Azuay, Loja).

En lo que respecta a los países vecinos, las ondas alcanzaron las ciudades colombianas de Ipiales, Pasto, Tumaco, Popayán, Cali, Pereira, Armenia y Bogotá, mientras que en Perú fueron sentidas en los departamentos de Tumbes, Piura, Amazonas y Cajamarca.

Tras el fuerte movimiento telúrico, el Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico, ubicado en Hawái (Estados Unidos), emitió una alerta preventiva de tsunami para Ecuador, Colombia, Costa Rica, Panamá y Perú, la cual fue retirada alrededor de la media noche del mismo día. Además, en varias zonas del país se produjeron cortes de energía generalizados que dejaron incomunicadas a muchas personas.

Tras el sismo ciudades como Portoviejo, Manta, Chone, Montecristi, Bahía de Caráquez, Rocafuerte, Calceta, Puerto López, Pedernales y Jaramijó resultaron afectadas. En Manta, el segundo puerto más importante del país, se registró el colapso de varias edificaciones, incluida la torre de control del Aeropuerto Internacional Eloy Alfaro, así como la pérdida de vidas humanas y largas horas sin electricidad y agua potable.

La ciudad de Portoviejo, capital provincial, también evidenció un número significativo de pérdidas humanas como resultado del colapso de al menos 684 infraestructuras civiles. Jama, otro de los cantones de la provincia, se vio seriamente afectado en su infraestructura y permaneció incomunicado por varios días.

Sin embargo, la localidad más afectada en la provincia y el país fue Pedernales, que más tarde se conocería fue el epicentro real del terremoto; la localidad fue destruida entre un 70 y 80 % según estimaciones, y durante varios días fue imposible el acceso por vía terrestre dado el daño severo que sufrieron las carreteras que la conectan con el resto del territorio ecuatoriano. Debido a la precaria situación y al alto número de muertos en las calles, el alcalde de la ciudad Gabriel Alcívar, solicitó la donación de ataúdes y formol.

Según informe de Ledy Zúñiga, ministra de Justicia, unos cien reos escaparon del Centro de Rehabilitación Social El Rodeo de la ciudad de Portoviejo, luego de que dos muros y las paredes del pabellón interno se derrumbaran tras el terremoto. Según la ministra, algunos regresaron de forma voluntaria, mientras que la Policía Nacional ha logrado recapturar alrededor de 30. Varios locales comerciales de Pedernales fueron saqueados horas después de la catástrofe. IG – EPN.

27 de noviembre de 2017, en algunos sectores de la ciudad la gente salió despavorida de sus casas y de edificios hacia la calle, en busca de un espacio abierto. Al menos un hospital, institutos tecnológicos y universidades activaron sus protocolos de evacuación por el remezón que se registró la noche del lunes, a las 21:04. Inicialmente, a través de su cuenta en Twitter, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional reportó que el movimiento telúrico tuvo una magnitud de 5,4 con epicentro en Guayaquil y una

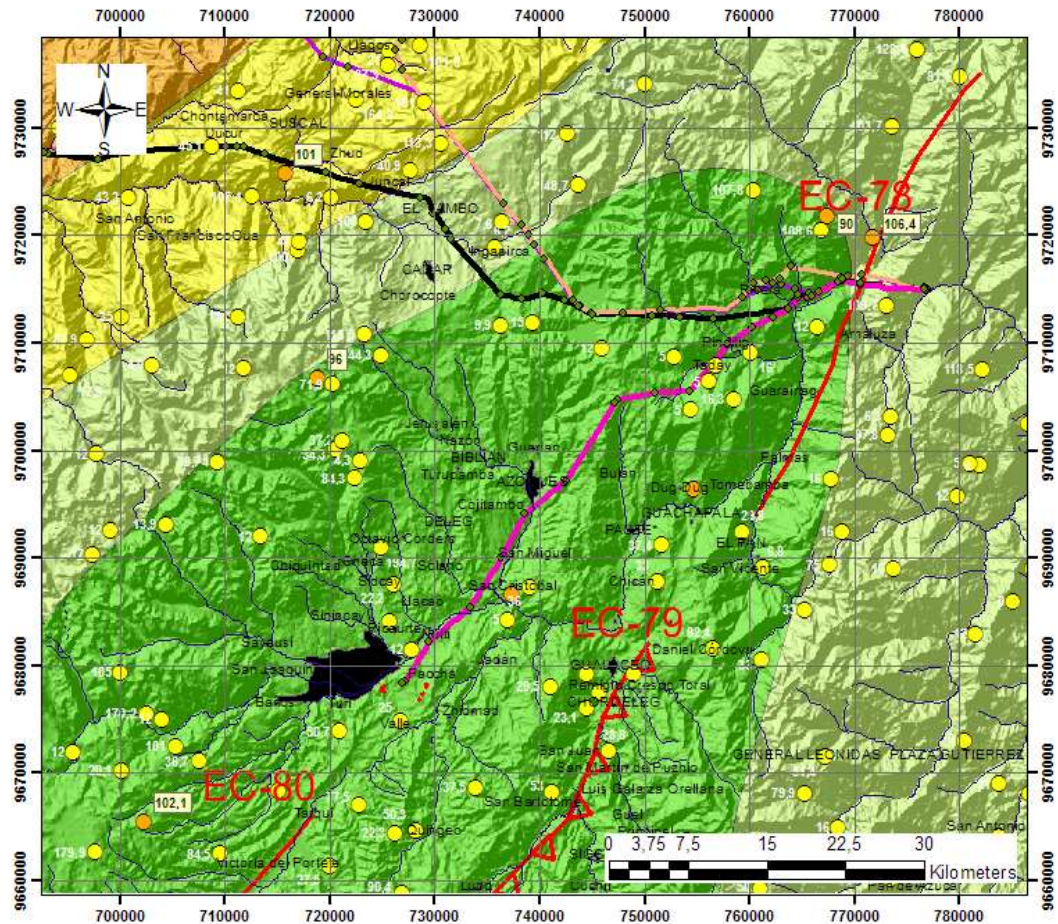
profundidad de 30,24 kilómetros. Pero después, en un reporte publicado en su página web, informó que la magnitud del evento fue de 5,0 a una profundidad de 65,1 kilómetros y que el epicentro se localizó entre el norte del puerto principal y el sur del cantón Nobol. El sacudón vino acompañado de un bramido que fue percibido por varias personas. La Secretaría de Gestión de Riesgos informó que no se registraron víctimas ni daños mayores, solo en la iglesia La Merced, en el centro, se desprendió parte de la cornisa. Ayer, en la madrugada, hubo otro sismo. Sandro Vaca, sismólogo del Instituto Geofísico, explicó que el movimiento telúrico se originó en el interior de la placa oceánica de Nazca, en su proceso de introducirse debajo del continente (subducción).
<https://www.larepublica.ec/blog/sociedad/2017/11/29/se-activa-falla-geologica-de-guayaquil-advierte-experto/>

9.3.1.2 Fallas asociadas a los terremotos y en las cercanías del sistema de transmisión

Las fallas identificadas por la USGS (2003) asociadas al sistema de transmisión son las siguientes:

Falla Paute (EC-78) Esta estructura se localiza en la parte oriental de la Cordillera Real, a lo largo del río Paute, en base a foto interpretación se ha reconocido que posee una longitud de 46.9 Km con un rumbo de N28°E y con un sentido de movimiento no conocido. Las cuatro líneas del sistema cruzan esta falla en los primeros 10 km de las líneas en el sector de Amaluza. Sin embargo, no se registran sismos con magnitud mayor a 5 que puedan ser asignados a esta falla. Sin embargo, existen torres que están en una cuchilla donde puede haber efecto de amplificación de la aceleración, por lo que se sugiere tomar en cuenta en una revisión de su diseño estructural, ver figura que sigue:

FIGURA No. 9.5. Mapa de peligro sísmico sector oriental y sur del sistema de transmisión

**LEYENDA****Zonificación Sísmica****Zona - Factor_Z - Amenaza**

- 0,15 - Intermedia
- 0,25 - Alta
- 0,30 - Alta
- 0,35 - Alta
- 0,40 - Alta
- >=0,50 - Muy alta

- Sismos_mayores_a_6
- Sismos_5_a_5.9
- Sismos_4_a_4.9
- Fallas_Cuaternarias

SISTEMA MOLINO_ACT

<all other values>

Layer

- LAS JUNTAS - SANTA ELENA A 138 KV
- MILAGRO - SAN IDEFONSO - MACHALAA 138 KV
- MOLINO - CUENCA A 138 KV
- MOLINO - PASOQUELES A 230 KV
- MOLINO - RIOBAMBA - TOTORAS A 230 KV
- MOLINO - ZHORAY - MILAGRO A 230 KV
- PASOQUELES - CHONGÓN - (LAS JUNTAS) - POSORJUA 138 KV
- PASOQUELES - TRINITARIA A 230 KV

Fuente: Sismos: Catalogo Internacional; Falla: USGS 2003; Zonificación: NEC 2015
Elaborado: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

Falla Guamote (EC-63). Son fallas paralelas que forman cuencas tipo “pull-apart” como la de Columbe y Palmira, al parecer sus ramificaciones se las puede seguir hasta la ciudad de Alausí. Es probable que el terremoto de 1961 se origine en esta falla (Figura 10.3.2). Esta falla tiene un sentido de movimiento dextral con un rumbo N20°E y una longitud de 50.7 km. La línea Molino Riobamba es afectada por esta falla entre la ciudad de Alausí y la

población de Flores, lo cual implica unos 50 km de la línea que está en alto peligro sobre todo por la cantidad de sismos con magnitudes mayores a 6 grados y de poca profundidad que se tiene en la vecindad de la línea.

Falla Pallatanga (EC 50a). Esta falla es bien definida en base estudios microtectónicos, esta falla pertenece sistema dextral de fallas Chingual-Pallatanga, definidas por Soulas y otros (1991) y es definida como el límite oriental de la microplaca norandina. Esta falla se la observa en el valle río Pangor y afecta morrenas glaciares y depósitos cuaternarios. La longitud de la falla se estima en 68.7 km con un rumbo N23°E, se reconocen tres secciones, el intervalo de recurrencia sería entre 600-1200 años. A esta falla puede estar relacionado el gran terremoto de 1797 que destruyó el primer asentamiento de Riobamba donde hoy se encuentra la población de Cajabamba (Winter and Lavenue, 1989).

Como se puede observar en la figura anterior, al menos 4 terremotos con una magnitud mayor a 6, estarían ligados a esta estructura, el de 1687, 1786, 1797 y el de 1911. La línea Molinos-Riobamba-Totoras cruza la falla en el sector del volcán Igualata al norte de la ciudad de Riobamba cerca de la población de San Andrés. Las torres de la línea de Transmisión Molino – Riobamba – Totoras entre Cacha y Totoras tiene un peligro alto de ser afectado por un terremoto en los próximos 30 años.

Falla Pancho Negro (EC -51). Esta falla está relacionada a la zona de falla Pallatanga, su reconocimiento es geomorfológico, se observa en la figura anterior que no se tiene registrado sismos con magnitud mayor a 5 grados. Esta falla cruza la Línea de Transmisión Molino – Zhoray - Milagro en la zona de la población La Troncal (Egüez, et al, 2003).

Falla Chillanes (EC-49). Esta falla parece relacionada con el lineamiento del río Chimbo en la margen oriental de la Cordillera Occidental. De acuerdo a la foto interpretación, posee una longitud de 46,3 km y un rumbo N30°E con un movimiento inverso. La falla cruza la Línea Molino Pascuales entre las estructuras E156 y E163 (Egüez, et al, 2003).

Falla La Cruz. Reconocida como una falla neógena relacionada con la Cuenca Progreso, con posible reactivación durante el Pleistoceno. Se la caracteriza como una falla tipo dextral, de 47,8 Km de longitud, con rumbo N50°W, su buzamiento es desconocido. Forma un lineamiento casi recto. Se piensa que la tasa de desplazamiento es de 1 mm/año, esta falla muestra evidencia de actividad macro sísmica (Egüez, et al, 2003)

Falla Carrizal. Esta falla constituye una antigua estructura reactivada relacionada con el desarrollo de la Cuenca Del Progreso. (Toro, 1994). Afecta a las rocas neógenas (Benítez, 1995) y el movimiento cuaternario es relacionado al control lineal de drenajes de corriente. El rastro de la falla se encuentra oculto en su mayor longitud. Se la caracteriza como una falla de 66 Km de longitud y rumbo de N53°W y buzamiento desconocido. Es importante indicar que el control lineal de los drenajes sugiere la actividad cuaternaria de esta estructura (Egüez et al, 2003).

Falla Colonche. La zona de falla de Colonche limita con la cordillera Chongón-Colonche en el sur. Probablemente es una falla reactivada asociada con la Cuenca Del Progreso, que involucra inversión tectónica. Esta falla provoca el levantamiento de las rocas oceánicas del plateau en el norte. La zona de falla tiene cuatro trazas que se extienden por más 100 km en dirección sureste desde cerca de la costa del Pacífico hasta Guayaquil (Egüez et al, 2003).

9.3.1.3 Zonificación Sísmica

Zona sur y oriental del sistema de transmisión

De acuerdo con la zonificación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015), la zona oriental y sur del sistema Molino se caracteriza por una amenaza alta. Sin embargo, se puede hacer una diferencia en las aceleraciones esperadas en los próximos 50 años, para la línea Molinos Cuenca, se tiene una aceleración de 0,25g, mientras las líneas, Molinos Riobamba, Molinos Zhoray Milagro y Molinos Pascuales se adentra en zonas de mayores aceleraciones esperadas (0,35g), debido a que se acerca a los ramales de la falla Pallatanga.

Los sismos con mayor magnitud (con M entre 5 y 6) tienen profundidades mayores a 70 km, por lo que se deben originar en la subducción, los sismos de fallas corticales no superan la magnitud M de 4, en los últimos 110 años, lo que sugiere que las fallas identificadas son de poca amenaza, el riesgo sísmico es medio de acuerdo a la metodología utilizada en este trabajo y presentada en los párrafos anteriores.

Zona norte del sistema de transmisión

La parte norte del sistema Molino está conformada por la línea Molino – Riobamba - Totoras, esta línea sería la que tiene mayor probabilidad de ser afectada por un terremoto con magnitud superior a 6 ($M > 6$). La aceleración esperada en los próximos 50 años es de 0,45g en roca, lo que sugiere que en sitios de materiales superficiales la aceleración sería mucho mayor, la línea Molino Riobamba Totoras tiene un trazado paralelo a esta zona naranja. En el mapa de la figura anterior se han ubicado 8 terremotos, dos registrados de forma instrumental y 6 recopilados de los registros históricos. Estos terremotos han sido objeto de varios estudios, debido a su alta peligrosidad por su magnitud, recurrencia y daños ocasionados (Beauval y otros 2010, Singaicho, 2009).

Estudios de neotectonismo ha permitido identificar a la falla Pallatanga (Fallas 50a, 61 y 63 del mapa) como la fuente de estos terremotos. Se observa que la falla y los sismos se encuentran en las cercanías de la línea de Transmisión Molino Riobamba Totoras. Dada la recurrencia de entre 50 a 60 años, la amenaza para la línea es alta y debido a los daños graves que puede ocasionar (se estima que sería en varios millones de dólares), el riesgo también es alto.

Zona occidental del sistema Molino

Las líneas Molino Zhoray Milagro y Molino Pascuales cruzan de forma perpendicular la zonificación sísmica presentada por la NEC (2015). La falla Chillanes (51) y Pancho Negro (49) son cruzadas por el sistema de transmisión, estas fallas son interpretadas como ramales de la Falla Pallatanga, por lo que la afectación puede ser grande en caso terremoto producido en esta estructura. Sin embargo, no se tiene registro instrumental ni histórico de un terremoto en las cercanías del sistema de transmisión en la parte occidental del sistema. Además, en esta zona se ha considerado las líneas de transmisión Milagro – San Idelfonso – Machala, Pascuales – Trinitaria, Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja y Las Juntas – Santa Elena.

9.3.1.4 Evaluación de riesgo sísmico

Los principales impactos en caso de terremoto son los siguientes:

- Contacto eléctrico de las torres, debido a fallas en la cimentación por deslizamiento o por licuefacción producida por la aceleración sísmica. La pérdida de verticalidad puede llevar a la caída de las torres, caída de alambres energizados, ruptura de las redes, pérdida de vidas humanas y suspensión de transmisión de energía eléctrica. El impacto económico sería grave debido a esta cadena de eventos.
- Explosiones e incendios, por el choque eléctrico de los cables. La corriente eléctrica puede circular por el suelo y extenderse varios metros representando un peligro para las personas y equipos.

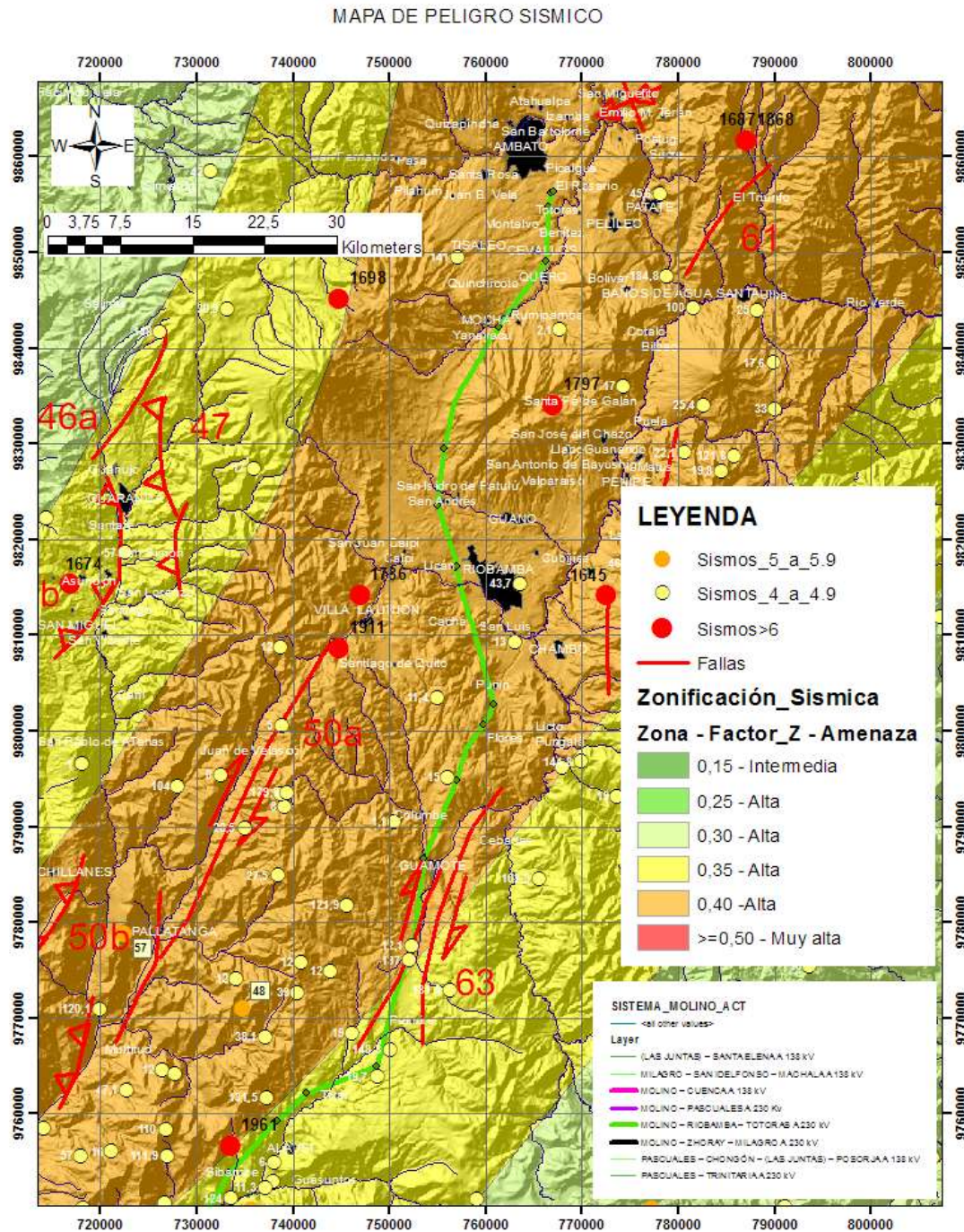
En la siguiente tabla, se realiza el análisis de riesgo para las líneas de transmisión (Ver **Anexo Atlas temático, Mapa de Riesgos Exógenos**).

TABLA No. 9.15 RIESGO SÍSMICO

Línea de Transmisión	Amenaza (Peligro)					Vulnerabilidad (PNUMA, 2003)	Riesgo
	Nivel de amenaza sísmica (NEC 2015)	Aceleración máxima del terreno (NEC 2015)	Intensidad	Frecuencia	Peligro global		
Molino Riobamba	Alta	0.25-0.4 g	Alta	Media	Alto	Grave (3)	Alto
Molino Cuenca	Alta	0.25-0.3 g	Baja	A Menudo	Medio	Marginal (2)	Bajo
Molino Zhoray Milagro	Alta	0.25-0.4 g	Alta	Rara	Medio	Grave (3)	Moderado
Molino Pascuales	Alta	0.25-0.4 g	Alta	Rara	Medio	Grave (3)	Moderado
Milagro – San – Idelfonso – Machala	Alta	0.25-0.4 g	Alta	Media	Alto	Catastróficas (5)	Muy Alto o Extremo
Pascuales – Trinitaria	Alta	0.25-0.4 g	Alta	Media	Alto	Catastróficas (5)	Muy Alto o Extremo
Pascuales – Chongón – (Las juntas) - Posorja	Muy alta	> 50 g	Alta	Media	Alto	Catastróficas (5)	Muy Alto o Extremo
(Las Juntas) – Santa Elena	Muy alta	> 50 g	Alta	Media	Alto	Catastróficas (5)	Muy Alto o Extremo

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.6. Mapa de peligro sísmico parte norte del sistema de transmisión



Fuente:

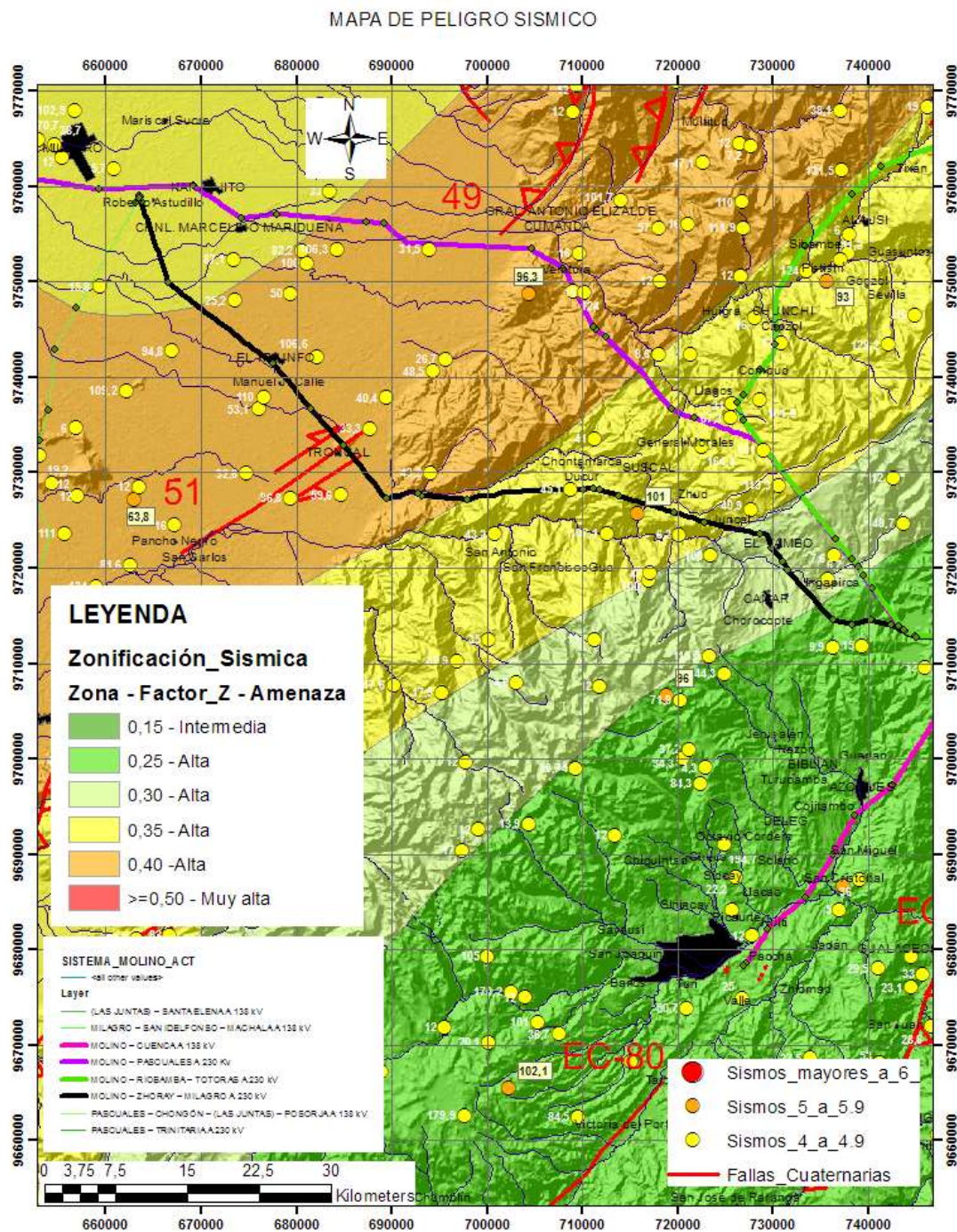
Sismos: Catalogo Internacional

Falla: USGS 2003

Zonificación: NEC 2015

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

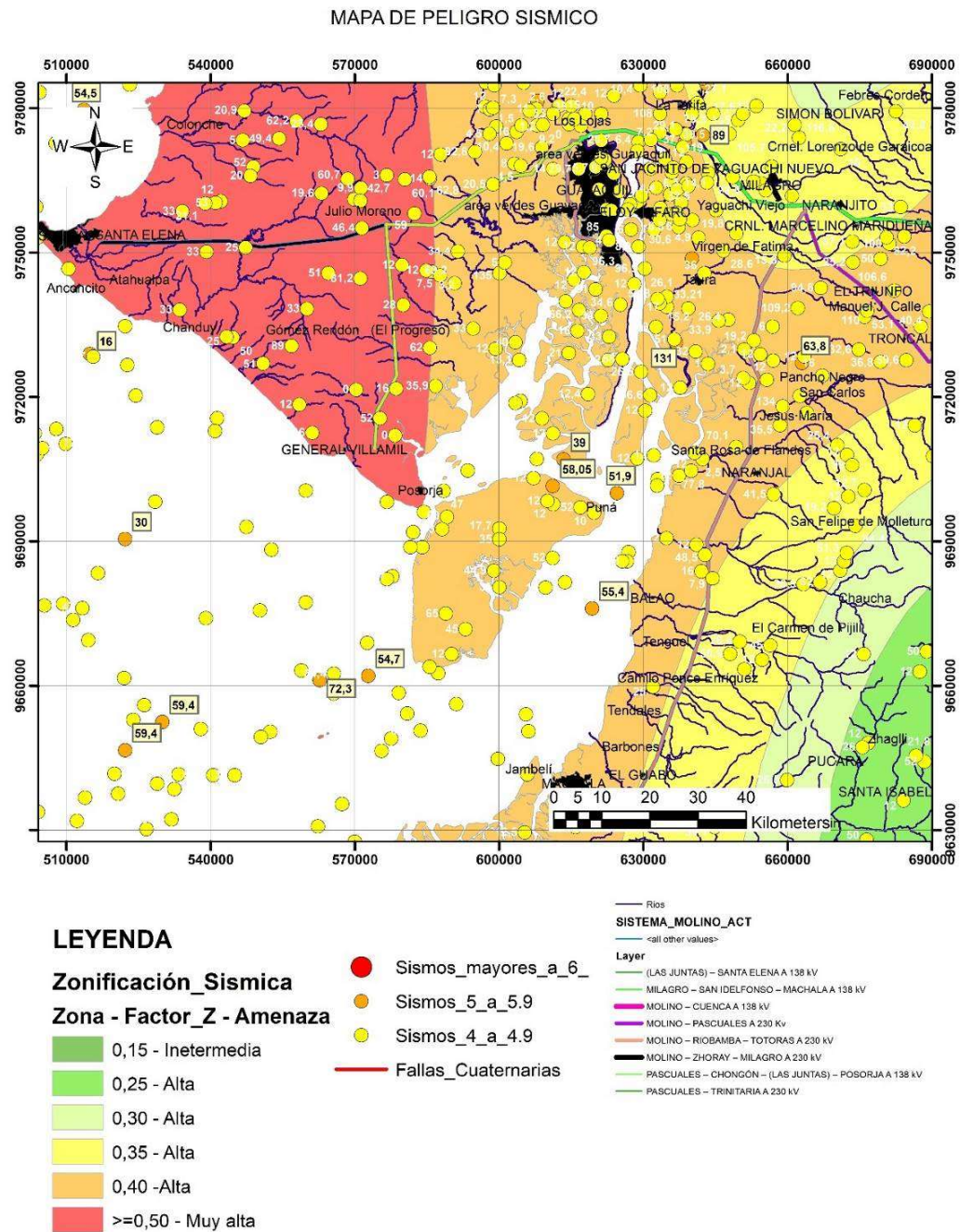
FIGURA No. 9.7. Mapa de peligro sísmico parte occidental (centro) del sistema de transmisión



Fuente:
Sismos: Catálogo Internacional
Falla: USGS 2003
Zonificación: NEC 2015

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.8. Mapa de peligro sísmico sector occidental del sistema de transmisión



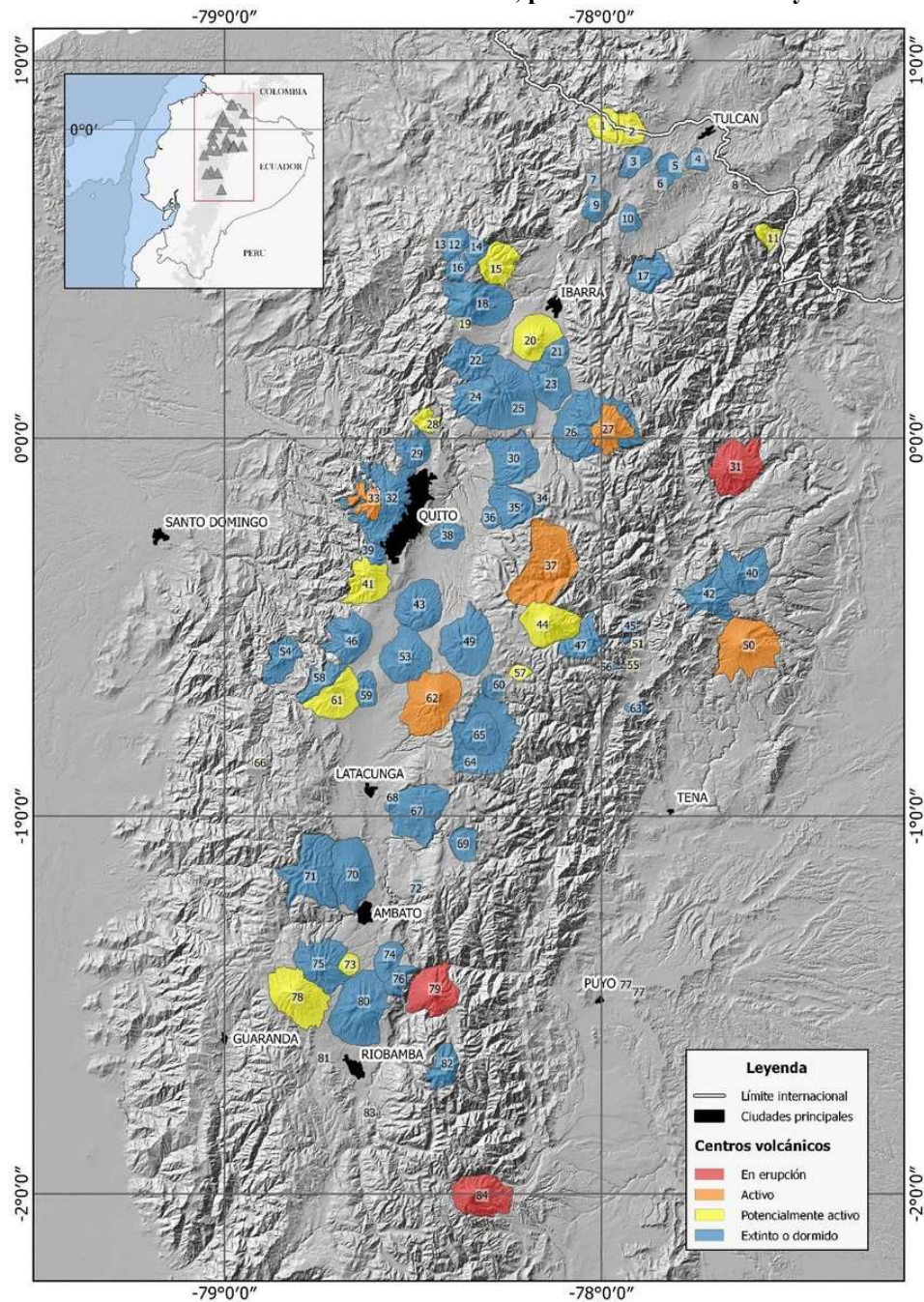
Fuente:
Sismos: Catalogo Internacional
Falla: USGS 2003
Zonificación: NEC 2015

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.3.2 Evaluación de Riesgo Volcánico

El arco volcánico continental está formado por 84 centros conocidos (ver siguiente figura y tabla). Según Hall & Beate (1991), se ha catalogado a 17 centros volcánicos como potencialmente activos, es decir con actividad en el Holoceno o últimos 10 000 años), 8 activos, de los cuales 4 han tenido erupciones en los últimos 50 años (Tungurahua, Reventador, Guagua Pichincha y Sangay).

FIGURA No. 9.9. Volcanes cuaternarios, potencialmente activos y activos



Fuente Bernard & Andrade 2011.

TABLA No. 9.16 LISTADO DE VOLCANES CUATERNARIOS

N°	Nombre	N°	Nombre	N°	Nombre
1	Cerro Negro	29	Casitahua	57	Huañuna
2	Chiles	30	Pambamarca	58	Iliniza Norte
3	Potrillo	31	Reventador	59	Santa Cruz
4	Chulamuez	32	Rucu Pichincha	60	Chapuloma
5	Chalpatán	33	Guagua Pichincha	61	Iliniza Sur
6	Horqueta	34	Izambi	62	Cotopaxi
7	Chiltazón	35	Cerro Puntas	63	Volcán Azul
8	Virgen Negra	36	El León Dormido	64	Chalupas
9	Iguán	37	Chacana	65	Quilindaña
10	Chaquilulo	38	Ilaló	66	Quilotoa
11	Soche	39	Carcacha	67	Chinibano
12	Pilavo	40	Yanaurcu	68	Putzalagua
13	Parulo	41	Atacazo-Ninahuilca	69	Angahuana
14	Yanahurcu de Piñan	42	Pan de Azúcar	70	Sagoatoa
15	Chachimero	43	Pasocha	71	Pilisurco
16	Pulumbura	44	Antisana	72	Huacutambo
17	Mangus	45	Machángara	73	Puñalica
18	Cotacachi	46	Corazón	74	Huisla
19	Cuicocha	47	Aliso	75	Carihuairazo
20	Imbabura	48	Bermejo	76	Mulmul
21	Cubiche	49	Sincholagua	77	Conos de Puyo
22	Cushnirumi	50	Sumaco	78	Chimborazo
23	Cusín	51	El Dorado	79	Tungurahua
24	Fuya Fuya	52	Huevos de Chivo	80	Igualata
25	Mojanda	53	Rumiñahui	81	Conos de Calpi
26	Viejo Cayambe	54	Almas Santas	82	Altar
27	Nevado Cayambe	55	Pumayacu	83	Tulabug
28	Pululahua	56	Cosanga	84	Sangay

Fuente Bernard & Andrade 2011.

Es importante notar que los volcánes del Cuaternario y activos se encuentran en la parte centro norte del Ecuador, partir de -2° Sur, lo que corresponde a la Latitud donde se encuentran las ciudades de Guayaquil, Guamote y Milagro. Esto se debe a que la subducción no se profundiza a partir de este meridiano con la misma inclinación que desde -2° Sur hacia el norte, conociéndose este tipo de subducción en el sur del Ecuador y Norte de Peru como Flat Slab (Gutscher et al, 1999). Por esta razón la zona austral del país no posee peligros por actividad volcánica.

9.3.2.1 Cuantificación de la amenaza (Índice de explosividad volcánica)

La magnitud de una erupción volcánica puede ser cuantificada por medio de lo que se ha denominado el índice de explosividad volcánica (IEV). La forma de establecerlo es en base de la obtención de la cantidad de ceniza expulsada, para lo cual se hace mapas de isópacas o líneas de igual espesor y se aplican formulaciones establecidas en la literatura científica. Otras formas de estimar este índice son en base a la altura a la que llega la pluma o el área que cubre en función de lo que se observa en imágenes satelitales. Por ejemplo, las erupciones del volcán Tungurahua, en el último periodo eruptivo han alcanzado un índice (IEV) de 3 en agosto del 2006, lo cual lo clasifica como una erupción de moderada magnitud con un periodo de retorno también moderado (30-100 años). Por otro lado, las erupciones del volcán Reventador un índice de 4 el 3 de noviembre de 2002, lo cual lo clasifica como una gran erupción.

El volcán Tungurahua, ha tenido erupciones ha tenido erupciones que han alcanzado un IEV de 5 hace: 11200 años, 3000 años y hace 400 años (Le Pennec et al., 2013, Jaya, 2004), es decir que su recurrencia es milenaria, muy raro (mayor a 1000 años), la recurrencia de grandes erupciones con IEV de 4 es mayor a 100 años (una recurrencia rara, según las definiciones presentadas en los párrafos anteriores), ya que ha tenido en erupciones de esta magnitud en 1918 (DC), 1886 (DC), 1170 (DC).

TABLA No. 9.17 PARÁMETROS UTILIZADOS PARA EL ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción general	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada-Grande	Grande	Muy grande			
Volumen de tefra (m³)	1x10 ⁴	1x10 ⁶	1x10 ⁷	1x10 ⁸	1x10 ⁹	1x10 ¹⁰	1x10 ¹¹	1x10 ¹²	
Altura de la columna (km) Sobre el nivel del crater Sobre el nivel del mar	<0.1	0.1-1	1-5	3-15	10-25	>25			
Descripción cualitativa	Gentil	Efusiva	Explosiva		Cataclísmica, paroxismal, colosal				
					Severa, violenta, terrorífica				
Tipo de erupción	Hawaiana		Vulcaniana			Ultra-pliniana			
		Estromboliana		Pliniana					
Duración (blast continuo)	<1 hr		1-6 hrs		6-12 hrs		>12 hrs		
Explosividad máxima	Flujo de lava	Freática				Explosión o nube ardiente			
	Domo o flujo de lodo								
Inyección troposférica	Despreciable	Menor	Moderada	Sustancial					
Inyección estratosférica	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Posible	Definitiva	Significante			

Fuente: Newhall &Self (1982)

El volcán Sangay no cuenta con estudios que describan su actividad del Holoceno (últimos 10 000 años). Sin embargo, existen varios reportes de su actividad histórica que reportan caídas de ceniza importantes en poblaciones aledañas. En 1628, por ejemplo, una notable caída de ceniza atribuida al Sangay fue reportada en la ciudad de Riobamba. La actividad volcánica continua hasta la actualidad con explosiones moderadas, generación de flujos piroclásticos y caídas de ceniza (Santamaría, 2017).

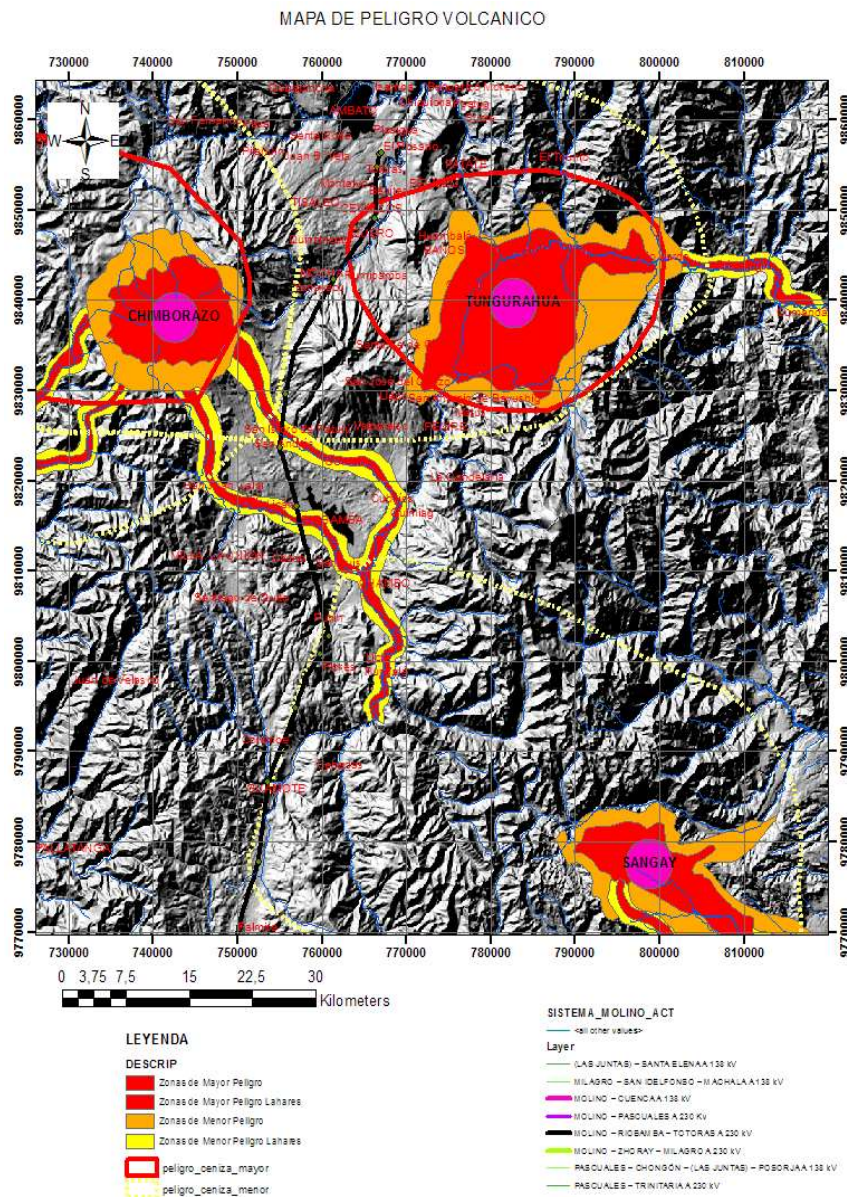
El sistema cruza con la línea Molinos Riobamba por depósitos del volcán Chimborazo, los estudios realizados por Barba y otros (2008), muestran que tiene al menos 7 eventos eruptivos entre 8 000 y 1300 años AP (antes del presente). A pesar de tener una recurrencia cercana a 1000 años, el hecho de que se haya reportado la última erupción entre los siglos V y VIII, se considera el volcán como potencialmente activo.

9.3.2.2 Afectaciones y Evaluación del Riesgo para el sistema de transmisión

Para las líneas de transmisión Molino Cuenca, Molino Pascuales y Molino Zhoray Milagro y las líneas de la zona costera, la afectación por peligros volcánicos es de alguna caída de ceniza distal de forma ocasional por lo que su riesgo es aceptable. Por otro lado, la línea de transmisión Molino Riobamba si tendría afectaciones por actividad de los volcanes Sangay, Chimborazo y Tungurahua.

En caso de una erupción del volcán Chimborazo, se observa en la siguiente figura que podrían descender lahares por el río Chibunga y Guano, sin embargo, se tiene una recurrencia muy rara para un evento de este tipo.

FIGURA No. 9.10. Mapa de Peligros Volcánicos



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

La erupciones continuas de los volcánes Sangay y Tungurahua, actualmente en proceso de erupción, afectan caídas de ceniza entre las poblaciones de Guamote y Totoras, siendo la parte final de la línea la más afectada por su cercanía con el volcán Tungurahua. La ceniza es un material que aumenta la velocidad de corrosión de los metales, por lo que es de esperarse un detrioro de la torres, aisladores del cableado y cables se esta línea.

TABLA No. 9.18 RIESGO VOLCÁNICO

Línea de Transmisión	Amenaza (Peligro)					Vulnerabilidad	Riesgo global
	Tipo de peligro	Índice de Explosividad Volcánica	Intensidad	Frecuencia	Peligro global		
Molino Riobamba Totoras	Caída de ceniza (espesor >1mm)	IEV 2-3 Moderada	Moderada	A menudo	Medio	Limitada (2)	Bajo
Molino Riobamba Totoras	Lahares	IEV 2-3 Moderada	Moderada	Improbable	Bajo	(Limitada) 2	Aceptable
Molino Pascuales, Molino Cuenca y Molino Zhoray Milagro	Caída de ceniza (espesor <1mm)	IEV 2-3 Moderada	Moderada	Ocasional	Bajo	1	Aceptable
Milagro – San Idelfonso – Machala	Caída de ceniza (espesor <1mm)	IEV 2-3 Moderada	Baja	Muy rara	Bajo	(Limitada) 2	Aceptable
Pascuales – Trinitaria	Caída de ceniza (espesor <1mm)	IEV 2-3 Moderada	Baja	Muy rara	Bajo	(Limitada) 2	Aceptable
Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja	Caída de ceniza (espesor <1mm)	IEV 2-3 Moderada	Baja	Muy rara	Bajo	(Limitada) 2	Aceptable
(Las Juntas) – Santa Elena	Caída de ceniza (espesor <1mm)	IEV 2-3 Moderada	Baja	Muy rara	Bajo	(Limitada) 2	Aceptable

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

Por lo que para la línea Molinos Riobamba Totoras se requiere hacer inspecciones esporádicas y mantener una alerta ante este fenómeno de caída de ceniza, para las otras tres líneas no se requiere ningún proceso de mitigación.

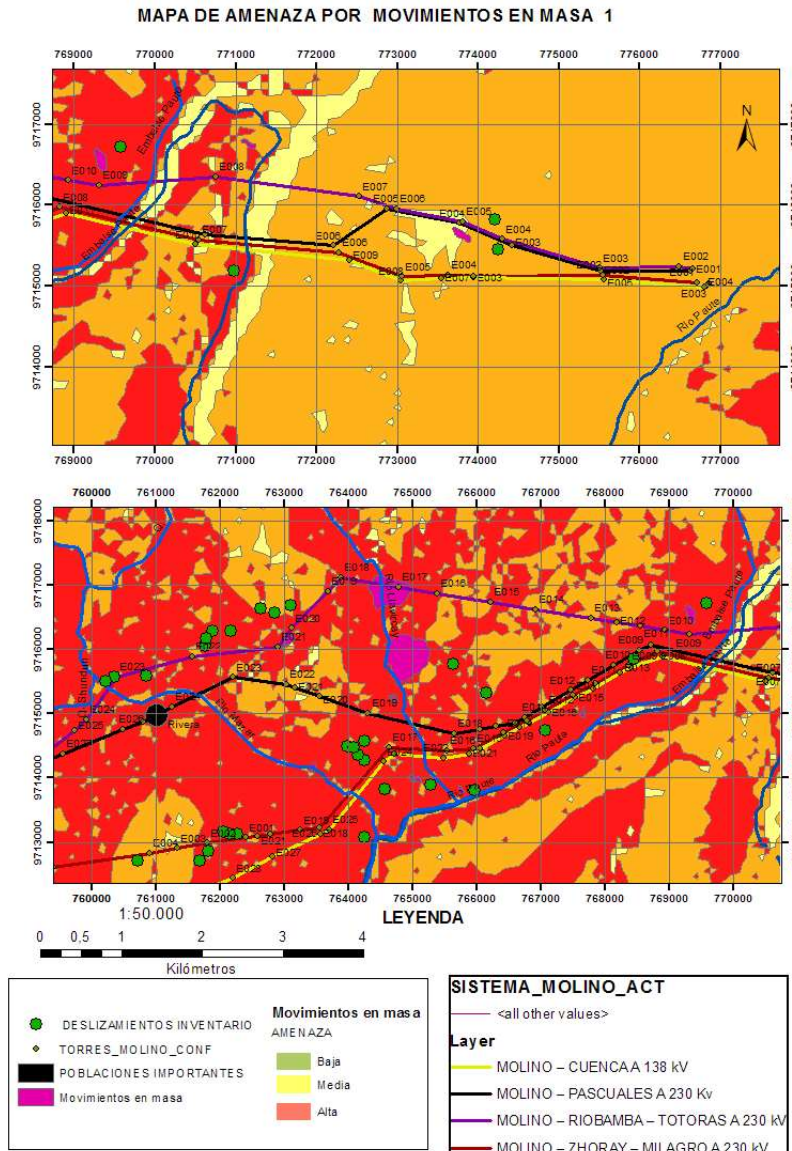
9.3.3 Riesgos Geomorfológicos

9.3.3.1 Evaluación de la amenaza por movimientos en masa

La amenaza es moderada para los primeros 6 km al inicio del sistema transmisión, al cruzar por la zona de embalse de la presa Paute se tiene un cambio a una Amenaza Alta, el cambio

se debe a que se pasa de un material granítico (intrusivo amaluzá) a unos esquistos meteorizados. El inventario de deslizamientos indica una acumulación de 6 deslizamientos en 1 km².

FIGURA No. 9.11. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona Molinos- Rivera



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

En la tabla siguiente, se coloca las observaciones realizadas en la salida de campo conjuntamente con algunas recomendaciones para disminuir el riesgo. En la zona del río Llavircay y río Mazar el peligro es alto debido también a la apertura de vías de acceso a los proyectos y a las mismas torres. En la margen izquierda del río Llavircay se observa grandes deslizamientos que afecta a la línea Molino Riobamba Totoras, se requiere un monitoreo riguroso para dar las alarmas y poder mitigar el riesgo de colapso de las torres E17 y E21 por ejemplo.

TABLA No. 9.19 ANÁLISIS DE CAMPO PARA TORRES AFECTADAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
763643 9715390	Molino Pascuales Estructura E-020	Los movimientos en masa tipo deslizamiento traslacional, han ocasionado el movimiento de la torre fuera de la zona con movimiento. Se tiene acumulación de agua en la quebrada por solvamiento o taponamiento de acantarillado. La quebrada adyacente a la Torre es vía de flujos de escombros. 	Drenar las aguas y revegetar para que el deslizamiento no retroceda. Se requiere acción inmediata para disminuir el riesgo de la Torre. 
762951 9716011	Molino- Riobamba- Totoras E021	Note varios deslizamientos por el corte de la vía Matrama. Torre dentro de zona inestable. Deslizamiento impactaría con la estructura.	Mover la torre hacia fuera de la zona de impacto por el deslizamiento.
	Foto desde Rivera hacia la margen izquierda del río Mazar		

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
764789 9716979	Molino- Riobamba- Totoras E017	La margen izquierda del rio Llavircay presenta varios tipos de movimientos en masa de gran magnitud que provocan flujos de escombros. Estos deslizamientos ponen en riesgo las Torres E17 y E16.	El tamaño de los deslizamientos son demasiado extensos como para implementar medidas geotécnicas. Se sugiere hacer visitas frecuentes para descartar presencia de grietas. Implementar monitoreo geodésico para establecer si existe movimiento y la magnitud del movimiento. Esto permitirá dar alertas tempranas.
		 	 

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
768535 9715992	Línea Molino - Pascuales	Vía de acceso a las torres aumenta el riesgo a que los taludes fallen.	Chequear la estabilidad geotécnica de las torres, para hacer los diseños de estabilización.
			

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
767110 9715031	Molino Cuenca, Torres 16 y 17	Fuerte erosión que está causando deslizamientos planares en la margen izquierda del río Paute y flujos de escombros.	Se requiere revegetar la ladera para proteger las torres de las tres líneas de transmisión. Molino – Cuenca, Molino - Riobamba - Totoras y Molino-Pascuales.
		E16	

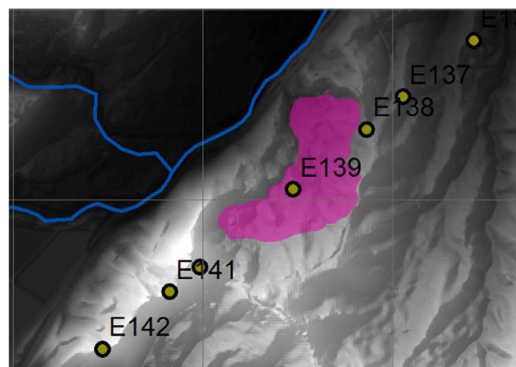
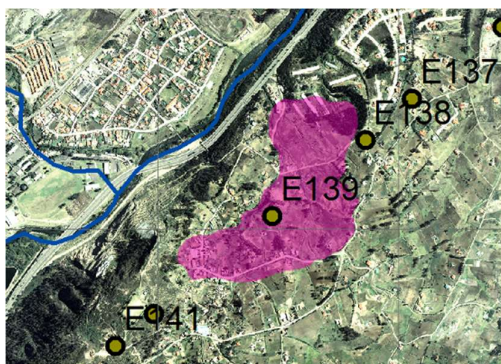
UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
762408 9713075	Molino Zhoray Milagro, Torre E-023	Deslizamiento traslacional, la torre se encuentra dentro del deslizamiento. EL riesgo es alto, se observa múltiples cicatrices de escarpes-	Realizar un estudio geotécnico de la zona inestable, en caso de que las superficies de falla no sean muy profundas se podría estabilizarla.
		E23	

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9712964 749203	Molino Riobamba. Estructura E 048	Torres dentro del cuerpo del deslizamiento.	Se necesita conocer la velocidad de movimiento del deslizamiento, se recomienda monitorear dichos movimientos.

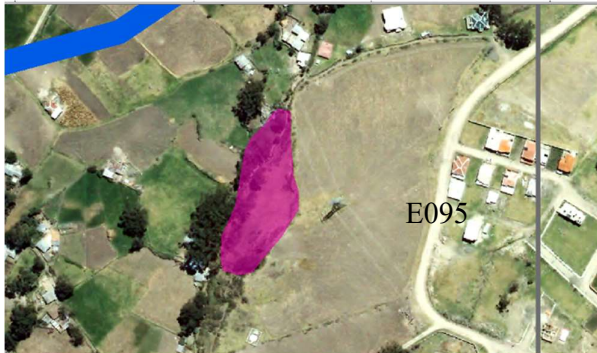


9683053 730478	Molino Cuenca, Codigo de estructura E-142, número de estructura E139 (No coincide el codigo con el numero que se tiene en la placa de la Torre)	Dos torres se encuentran dentro de un macro deslizamiento. Zonas de del macrodeslizamiento poseen velocidades de decimetros por año.	Realizar una zonificación del marcodeslizamiento y monitorear los movimientos de esta zonas. SI las velocidades son críticas, se recomienda mover el trazado de la línea. Si los movimientos son tolerables mover unicamente la torre. Diseñar un buen sistema de drenaje y subdrenaje.
-------------------	--	--	---



UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
-----	----	-------------	---------------

ANÁLISIS DE RIESGOS

9720660 731049	Molino - Zhoray – Milagro, estructura ZHO2MIL- E091. Vértice 21	La torre se encuentra en la corona de un deslizamiento de gran magnitud activo, en pocos años retrocederá y alcanzará la torre. Torre en alto riesgo.	Monitorear el movimiento de la Torre, hacer visitas de observación, considerar el cambiar de lugar. Alejando a torre de la corona, al momento se encuentra a 12 m. El deslizamiento es demasiado grande para invertir en estabilización.
			
			
9722122 729862	Molino - Zhoray – Milagro, estructura ZHO2MIL- E095 Vértice V22	Torre a 14 m del escarpe de deslizamiento, torre a parecer cimentada en relleno.	Se requiere investigar el espesor del relleno para diseñar el mejoramiento de la cimentación. La cimentación está cercana a un escarpe, estudiar su afectación.
			

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9723982 726640	Molino - Zhoray - Milagro, Código ZHO2MIL- E104. Número de estructura E082	Deslizamiento originado por presencia de canal de agua sin revestir o por derrames de agua. Es notorio la saturación que origina formación de flujos de escombros. En alto riesgo de dos torres.	Revestir el canal o canales en la vecindad de las Torres E81y E82. Evitar el riego en la zona del deslizamiento y en sus alrededores, monitorear las torres para ver en qué grado se encuentra afectadas.
   			
9717960 733152	Línea Molino Zhoray Milagro. Código de Estructura ZHO2MIL-E083 y 84. Número E61 y E62	Gran deslizamiento producido por reservorios de agua. Torres con alto riesgo a 14 m del escarpe. Torre en alto riesgo.	Impermeabilizar los reservorios de agua. Dada la magnitud del deslizamiento se sugiere mover hacia el nororiente la torre E61.

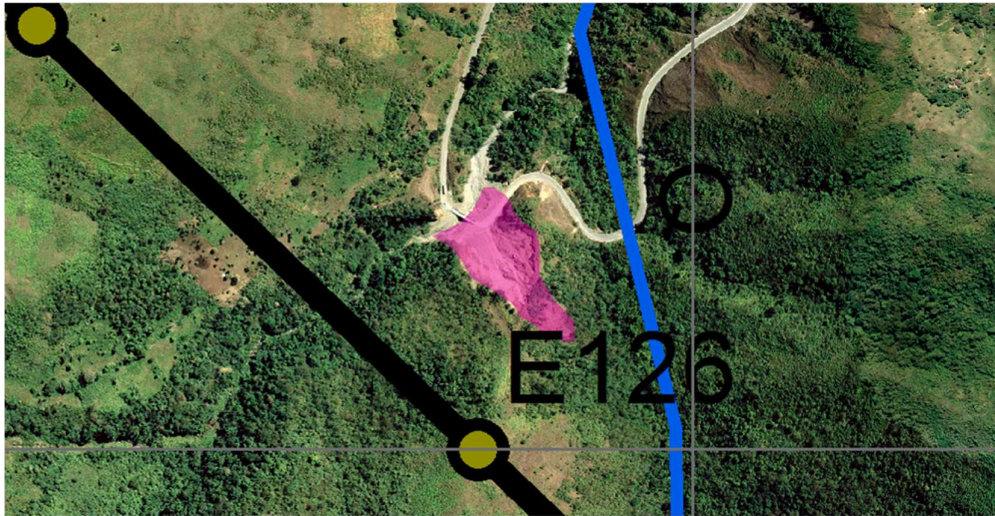


ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9722660 736875	Molino Riobamba Totoras. Código: TDY2TOT- E078 Numero: E077	Reptaciones y deslizamiento traslacional, riesgo medio de la torre.	Estabilizar a partir de diseño geotécnico, la magnitud del deslizamiento permite implementar obras ingenieriles de estabilización.
			
9728051 704100	Línea Molino – Zhoray - Milagro Código de estructura: ZHO2MIL- E152 Número de estructura: E129	El talud de la vía de primer orden ha fallado, poniendo en alto riesgo la torre. El escarpe continua erosionándose.	Colocar en el escarpe hormigón lanzado con un espesor mínimo de 10cm, reforzado con malla electro soldada. Para que el hormigón no colapse requerirá pernos de 25mm de diámetro y 3m de longitud separada 2x2m. Si se tiene grietas en la cercanía de la torre, se requerirá un estudio geotécnico.
			

ANÁLISIS DE RIESGOS

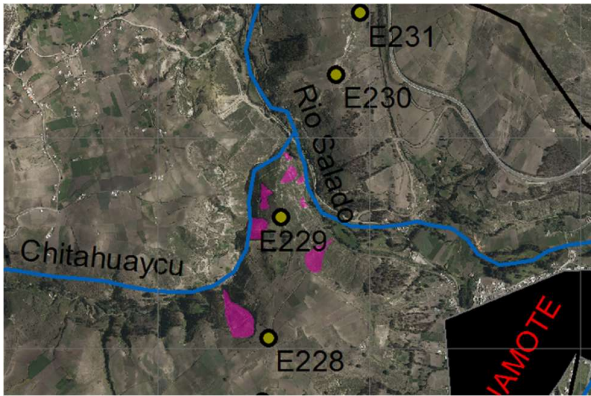
UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9741998 714698	Código: MOL2PAS- E129; número: E126	La erosión de la quebrada puede aumentar el tamaño del actual deslizamiento. Riesgo medio de la estructura.	Realizar observaciones para conocer si hay cambios del tamaño del deslizamiento existente. Se recomienda hacer monitoreo con vuelos de drone y fotografías en diferente tiempo.



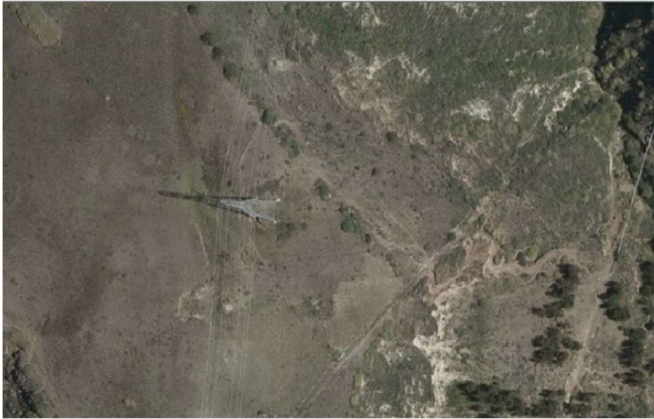
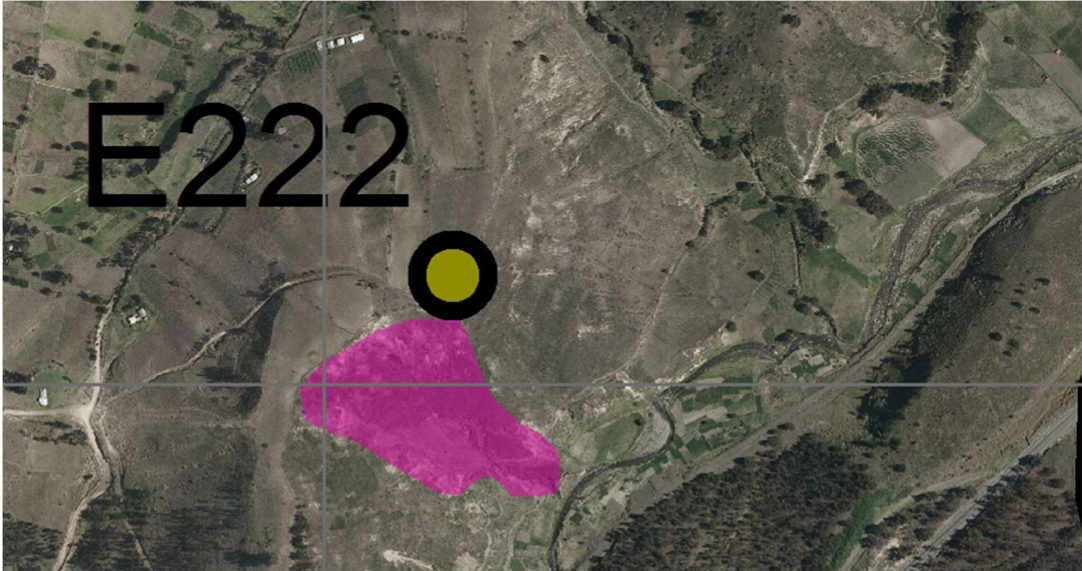
9744981 711368	Línea Molino Pascuales. Código: MOL2PAS- E135; número: E132	Flujos de escombros erosionan las quebradas y producen deslizamientos de sus bordes. Riesgo Medio.	Monitoreo del avance de la erosión, al momento esta a 24m de la torre. Se puede hacer recorridos y comparar fotos tomadas con Drone en diferentes tiempos, sobre todo luego de lluvias intensas y prolongadas.
-------------------	--	---	--



ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9763085 743869	Línea Molino Riobamba Totoras Código: TDY2TOT- E177 Número:E176	Ladera inestable en la margen derecha del río Chanchan. Hay deslizamientos activos a 60m de la torre. Corte para vía ha disparado nuevos deslizamientos.	Hacer una cuneta de coronación para que el escarpe no retroceda. Actualizar la fotos aéreas, se observa en el campo que ha retrocedido el escape con respecto a la imagen presentada.
			
9786621 753581	Código:TDY 2TOT-E230 Número: E229	Varios deslizamientos, el riesgo es alto, debido a la erosión producida por los ríos en las dos laderas y la mala calidad geotécnica del material.	Diseñar protecciones para evitar la erosión de las laderas por los ríos Salado y Chitahuaycu. El riesgo es alto en esta torre en caso de un sismo o crecidas importantes de los ríos, debido a que en la base de la ladera esta compuesta por ignimbritas sueltas.
			
			

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9784339 753304	Línea Molino Riobamba Totoras Código: TDY2TOT- E225 Número: E224	Deslizamientos activos y erosión intensa en la margin derecha. Riesgo medio.	Revegetación necesaria para detener la erosión.
			
9783106 753125	Línea Molino Riobamba Totoras Código: TDY2TOT- E223 Número: E222	Deslizamiento de impotante magnitud on erosión de su escarpe en la mérgen derecha del rio Guamote. Riesgo alto.	Chequer la estabilidad bajo efecto sísmico, si no pasa lo requerido por la norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2015), cambiar su ubicación, alejando del escarpe.
			

ANÁLISIS DE RIESGOS

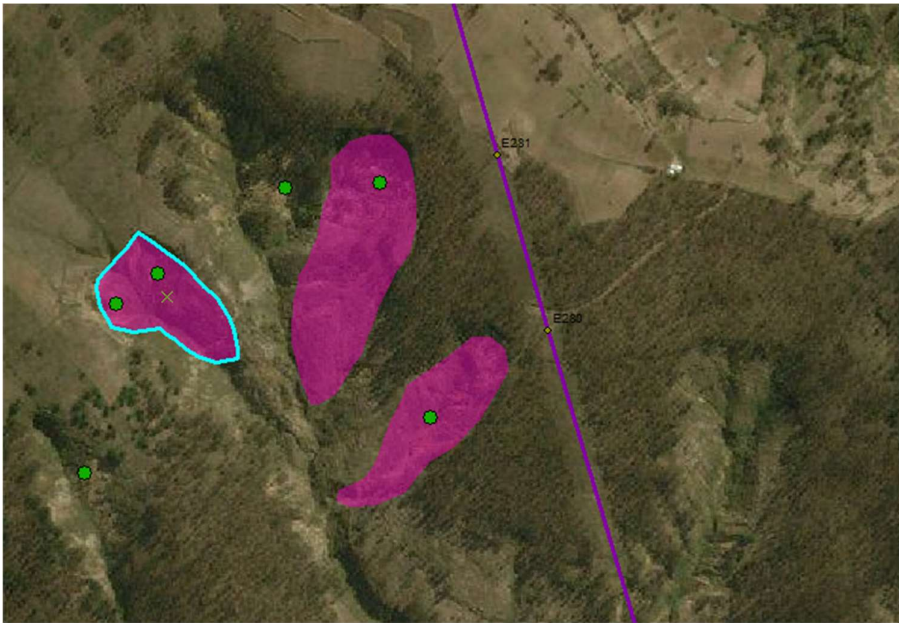
UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9800524 759674	Código: TDY2TOT- E262 Número: E261	Gran deslizamiento en las proximidades de la torre. Riesgo medio	Entre la torre y el deslizamiento sembrar árboles para evitar que se extienda.

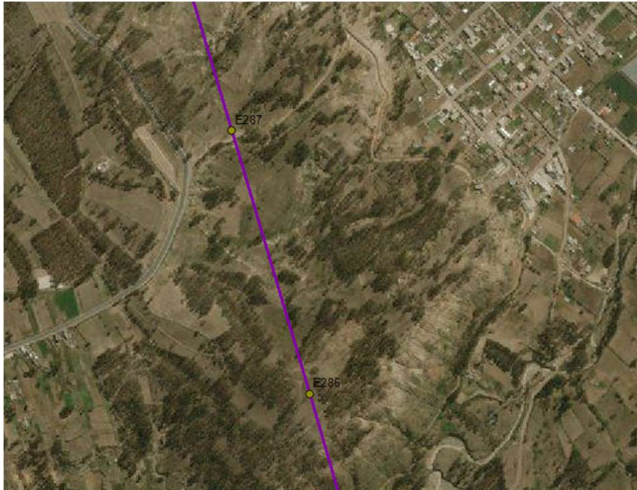


9801983 760469	Código: TDY2TOT- E267 Número: E266	En el inicio de la quebrada se ha formado un deslizamiento. Riesgo Medio	Controlar el agua de riego e incrementar el bosque de eucalipto.
-------------------	--	--	--



ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9809622 758960	Código: TDY2TOT-E281 Número: E280	Ladera inestable con varios deslizamientos, Torres en riesgo medio.	Controlar el drenaje en la pista, para evitar la entrada de agua hacia los deslizamientos
			
9811464 758415	Código:TDY2TOT-E286 y E285 Número: E285 y E284	Erosión en todas las laderas están cerca de las torres. Riesgo alto.	Proteger de la erosión usando hormigón lanzado. El acceso es fácil a las dos torres afectadas.
			

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9812221 758196	Código: TDY2TOT- E287 Número: E286	Erosión generalizada en la ladera próxima a la torre. La erosión ha formado un escarpe a pocos metros de la torre. Torre con riesgo alto.	Drenar las aguas lejos de la torre, colocar hormigón lanzado (espesor 10 cm) para proteger el actual escape formado, reforzarlo con malla electro- soldada y pernos artesanales de 3m de longitud.
			
			

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9853292 766435	Código: TDY2TOT-E383 Número: E382	La apertura de una mina ha desarrollado cortes importantes en la cercanía de la torre. Riesgo medio.	Delimitar los límites de las excavaciones para tener una distancia que no permita aumentar el riesgo, se sugiere no tener menos de 30m de distancia desde el corte más próximo. Argumentar con cálculos geotécnicos esta distancia, incluir en el cálculo el efecto sísmico. Si la mina está cerrada, se puede utilizar la excavación como una escombrera.

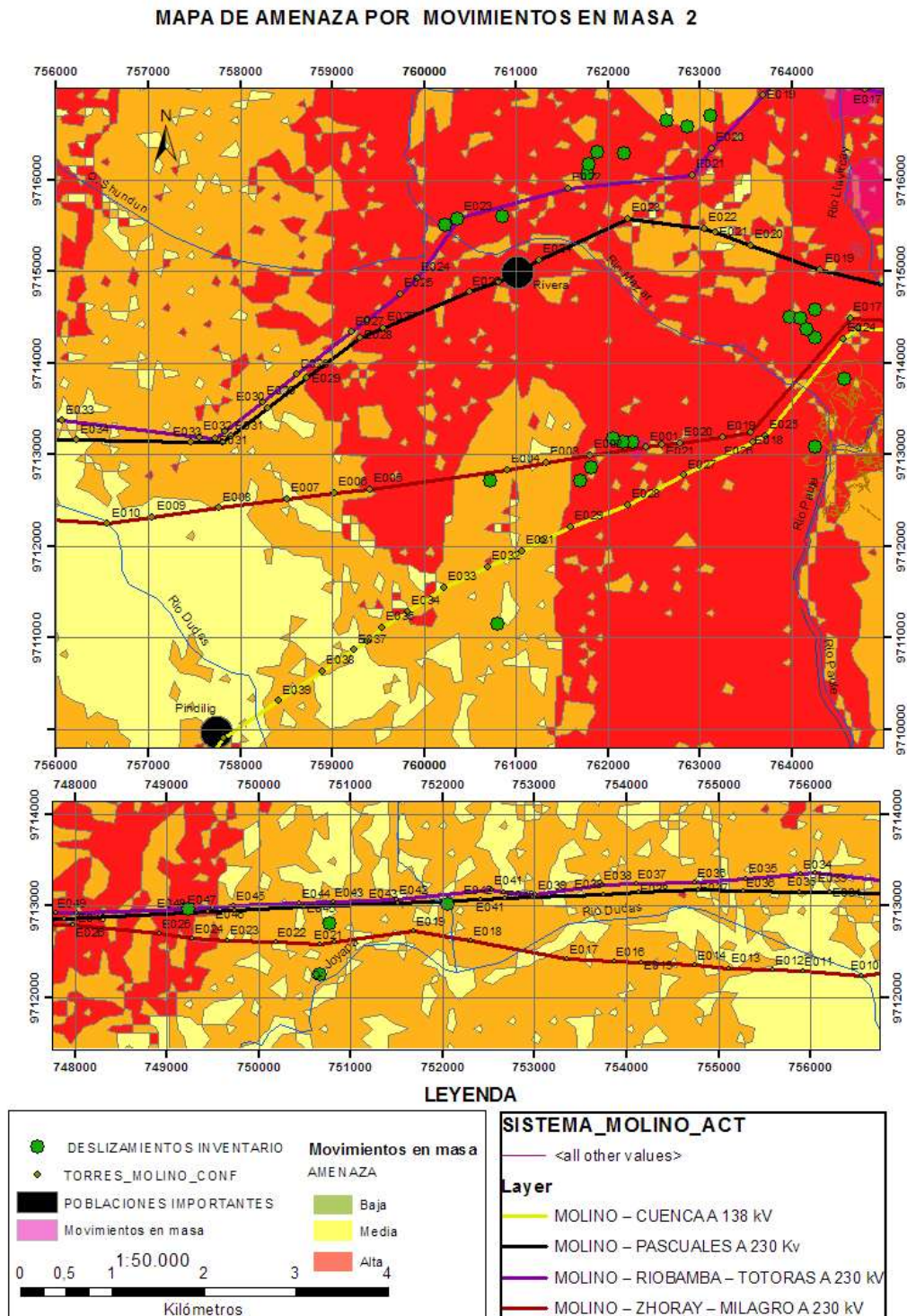


La zona de alta amenaza cambia en la zona de la parte alta de la cuenca del río Dudas, donde se tiene la prevalencia de material sedimentario y volcano sedimentario de la Unidad Yunguilla que tiene mejores características geotécnicas que los esquistos. Por otro lado, se comienza a tener una morfología conformada por grandes planicies ya que el basamento está cubierto por material piroclástico posiblemente de la formación Tarqui. Se tiene pocos deslizamientos importantes sobre todo en la zona de Taday e Ingapirca, como se verifica en campo.

En este informe de Análisis de Riesgo se hace referencia a los mapas del **Anexo Atlas Temático, Mapa de Riesgos Exógenos**, de los cuales se hizo el análisis de los sitios más críticos de acuerdo al criterio del especialista.

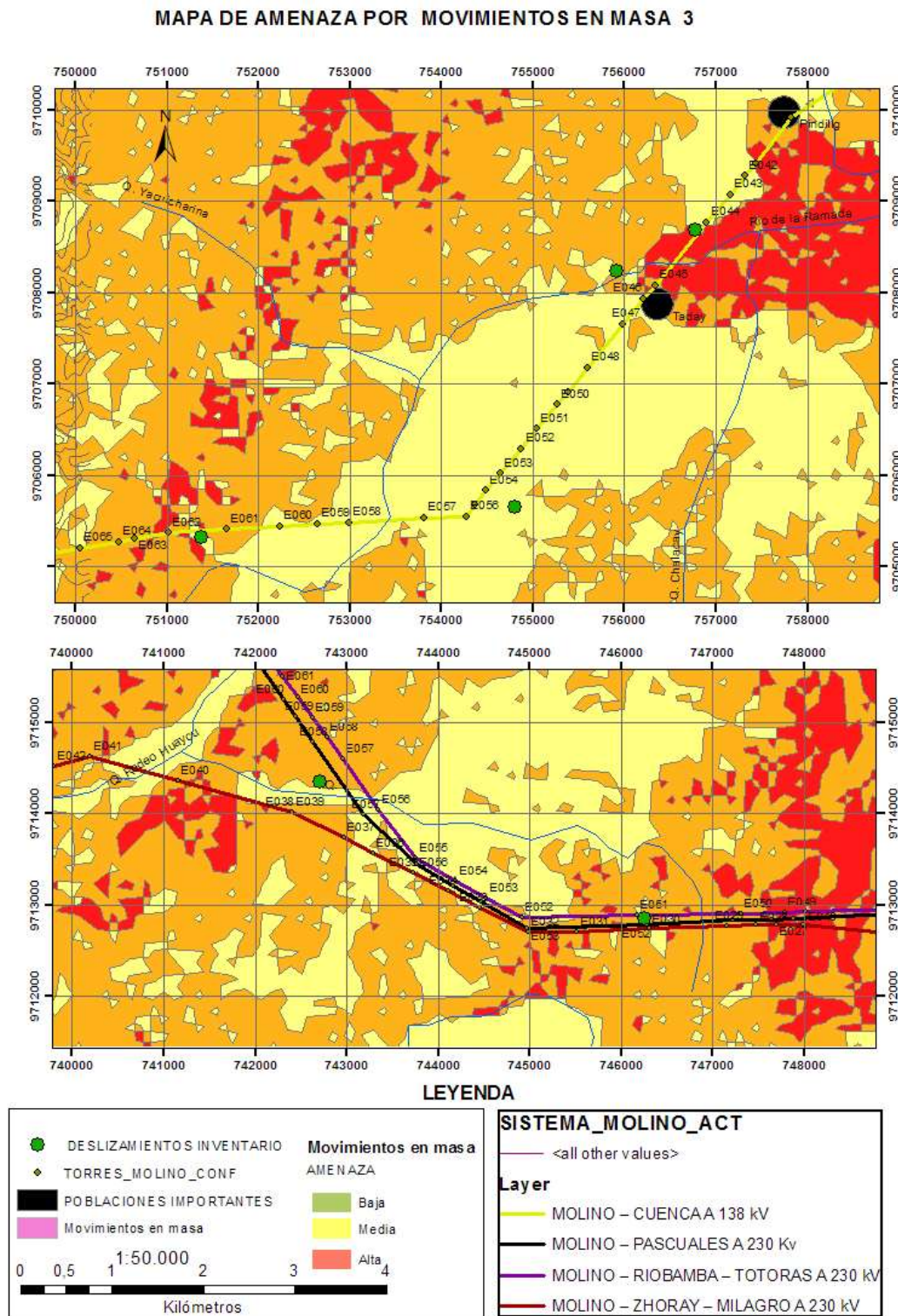
En la zona de Cuenca, la línea Molinos-Cuenca, es afectada por un macrodeslizamiento en el sector de Nulti, afecta al menos a dos torres que están dentro de este movimiento en masa. En la siguiente figura, se lo puede observar, dada su magnitud, el mapa muestra un nivel de amenaza medio y bajo, debido a que no hay una pendiente fuerte. Se requiere hacer una zonificación del macrodeslizamiento, para identificar las velocidades de movimiento y definir la afectación de las torres y encontrar posibles sitios donde moverlas si es el caso. De la visita realizada se observó viviendas y vías destruidas, por lo que se estima velocidades importantes en algunas zonas del macro deslizamiento.

FIGURA No. 9.12. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona Rivera - Pindilig



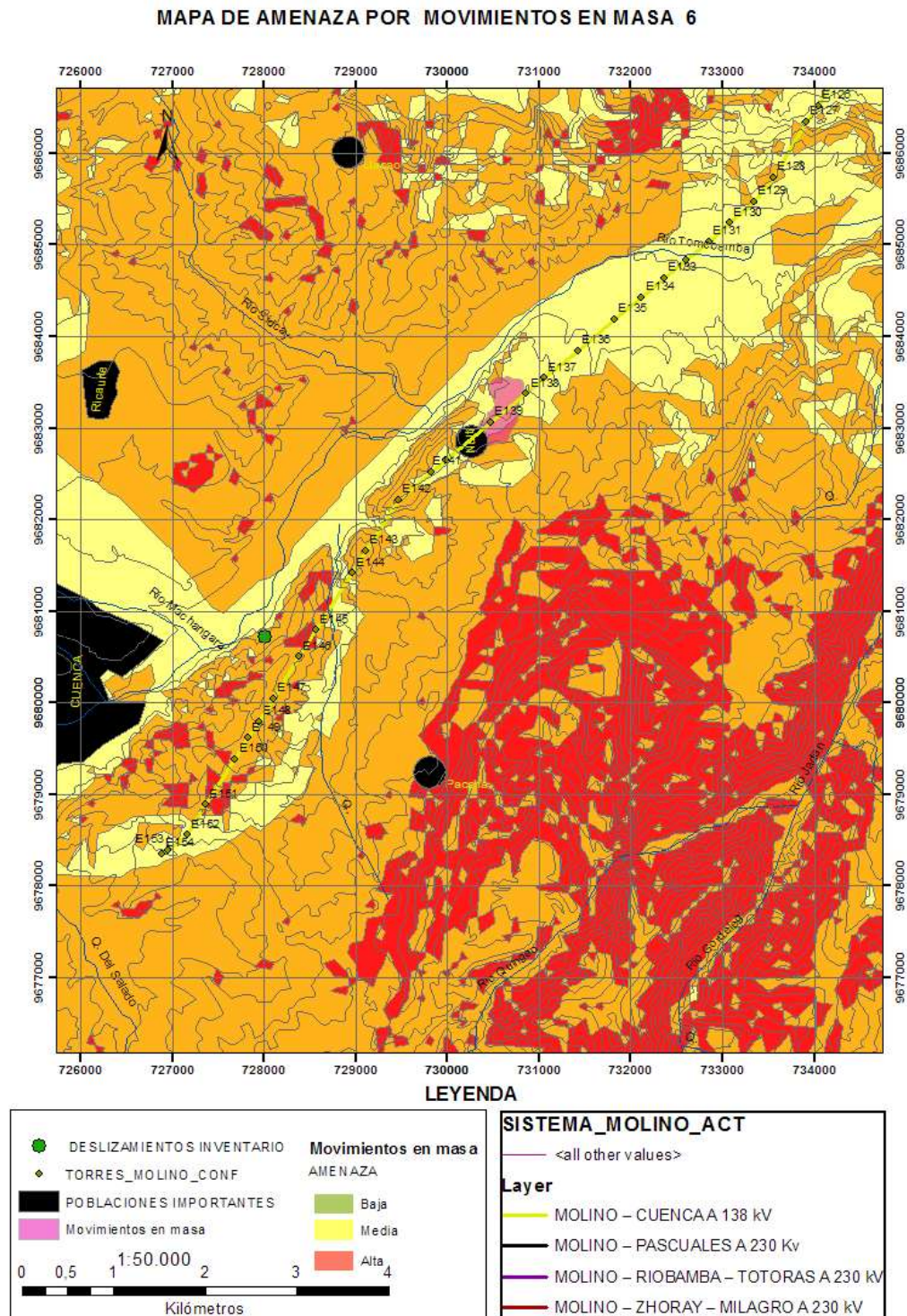
Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.13. Mapa de Amenaza por movimiento en Masa zona de Taday



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.14. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Nulti en Cuenca



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

En la zona de Tambo se tiene en alta amenaza en el vértice V21 de la línea Molino-Zhoray-Milagro, es deslizamiento de gran magnitud que está retrocediendo su escarpe y la torre se encuentra a 14 m de la misma, es muy probable que unos pocos años el escarpe llegue a la

torre, se sugiere mover la torre, ya que la magnitud de deslizamiento no permite hacer trabajos de estabilización con poca inversión. Una condición similar se tiene en la torre 61 de esta línea de transmisión, donde se presenta la torre a pocos metros del escarpe. Se recomienda la inspección de los técnicos de CELEC EP TRANSELECTRIC pues posiblemente estas torres deban ser movidas en forma urgente.

En la zona de Guamate, en la unión de los ríos Chitahuaicu y Salado se tiene deslizamientos en las dos cuencas, se recomienda verificar la necesidad de hacer obras para evitar la erosión por las crecidas de los ríos ya que la torre E229, que es un vértice de la línea Molino Riobamba Totoras, sea afectada en los próximos años.

Entre las poblaciones de Punín y Yaruquíes en los alrededores de la ciudad de Riobamba, hay problemas serios de erosión que están amenazando varias torres de la línea Molinos-Riobamba-Totoras, se recomienda que los técnicos de CELEC EP TRANSELECTRIC analicen el hacer una campaña de revegetación intensa e incluso colocar hormigón lanzado para evitar el colapso de varias torres.

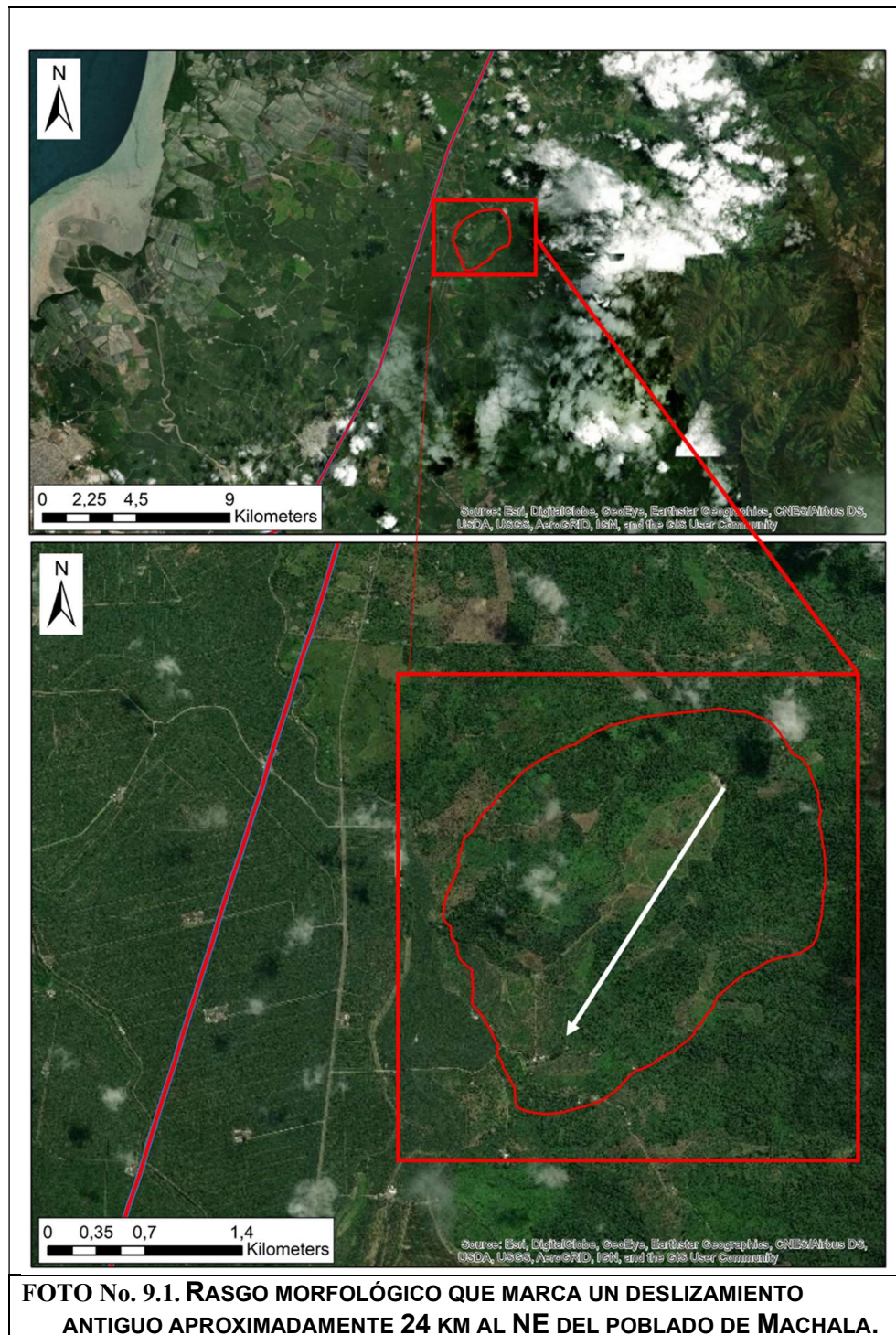
El análisis de riesgos por procesos geomorfológicos para la zona occidental del sistema de transmisión se realizó en dos fases, las cuales han sido consideradas en función de los rasgos morfológicos de la zona costera. La primera fase comprende un análisis a nivel del trazado de la línea de transmisión, considerando una franja de 5 km a cada lado del eje de la L/T, para determinar sectores cuyos rasgos geomorfológicos, definan procesos de remoción en masa. La segunda fase determinó el estado de las torres, clasificándolas en estables e inestables en base a un diagnóstico ejecutado en campo para posteriormente derivar en una recomendación para contrarrestar la amenaza ante la que está expuesta la estructura.

9.3.3.2 *Inventario de deslizamientos*

Considerando una franja de 5 kilómetros desde el eje de la línea de transmisión, en base al Modelo Digital del Terreno, se interpretó los rasgos de aparente inestabilidad, se han identificado las siguientes áreas:

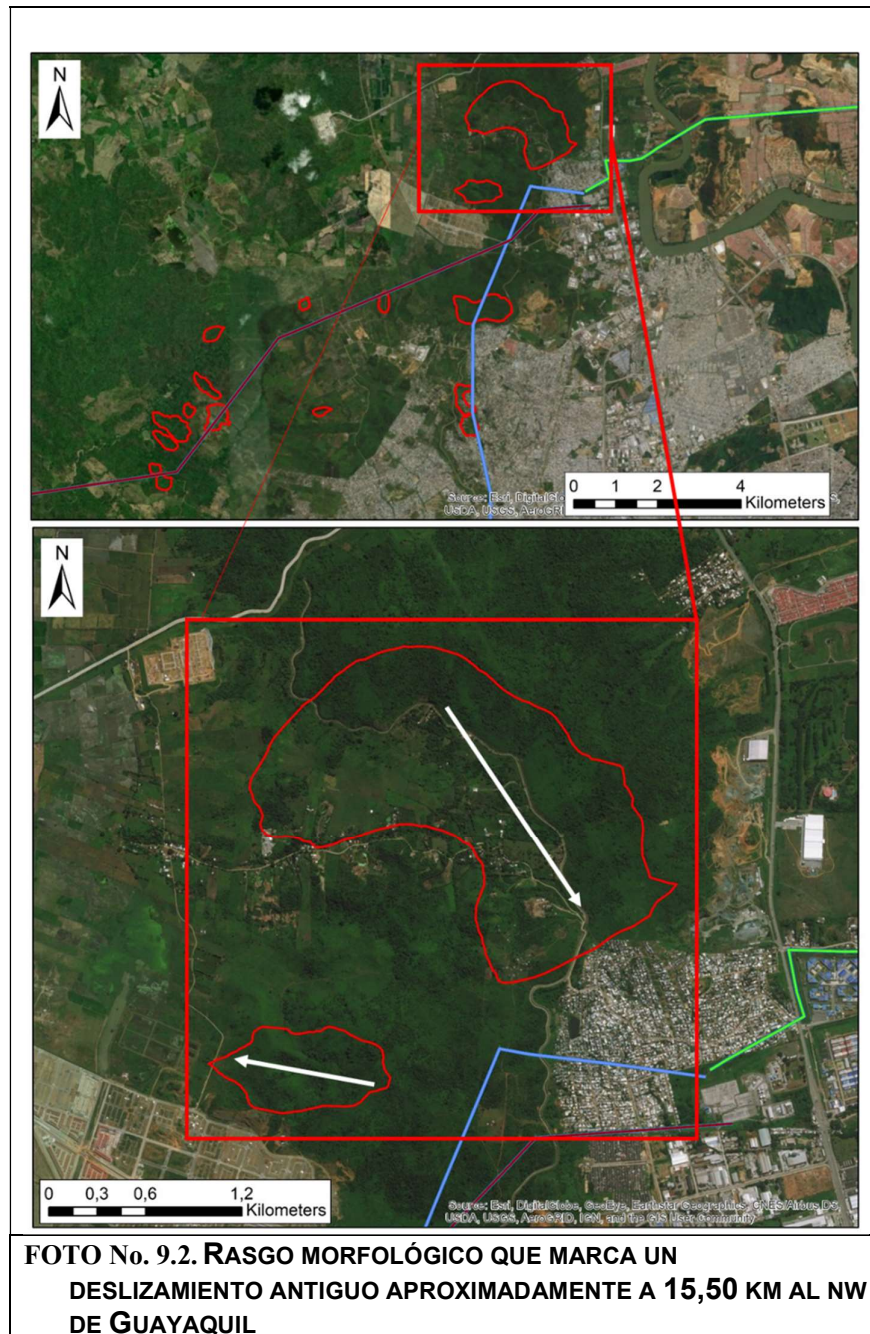
Área No.1. Sector ubicado a aproximadamente 24 km al NE de Machala

A aproximadamente a 24 km en dirección NE del poblado de Machala, se encuentra un rasgo morfológico producto de un deslizamiento, mismo que tiene una dirección SW aproximadamente y cubre un área de 5,59 km², no interseca a la línea de transmisión Milagro – San Idelfonso – Machala A 138 kV.



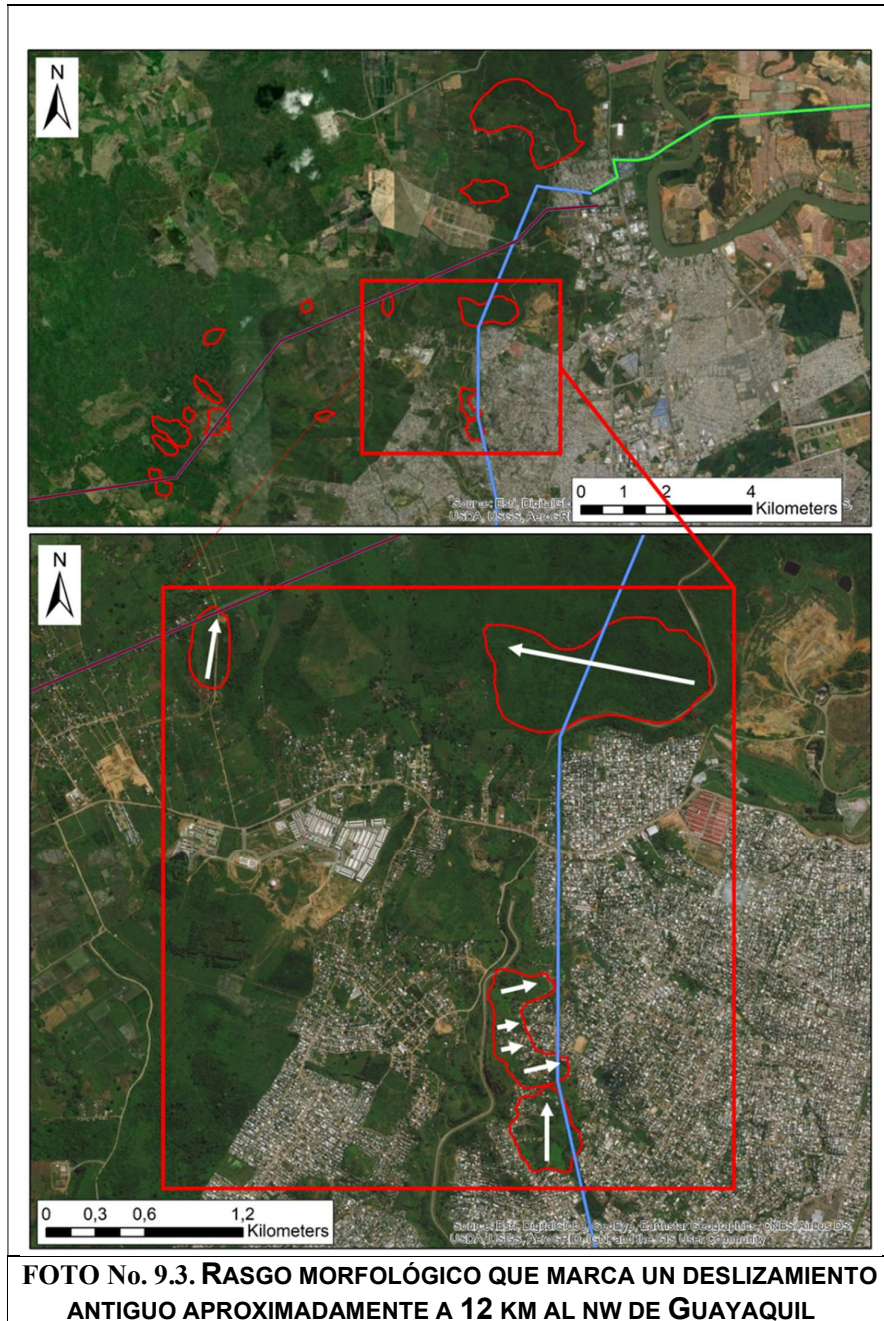
Área No. 2. Sector ubicado a aproximadamente 15,50 km al NW de Guayaquil

A aproximadamente a 15,50 km en dirección NW del poblado de Guayaquil, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento SE y NW aproximadamente y cubre un área de 2,85 km² y 0,42 km² respectivamente, no interseca a la línea de transmisión Pascuales – Trinitaria A 230 kV.



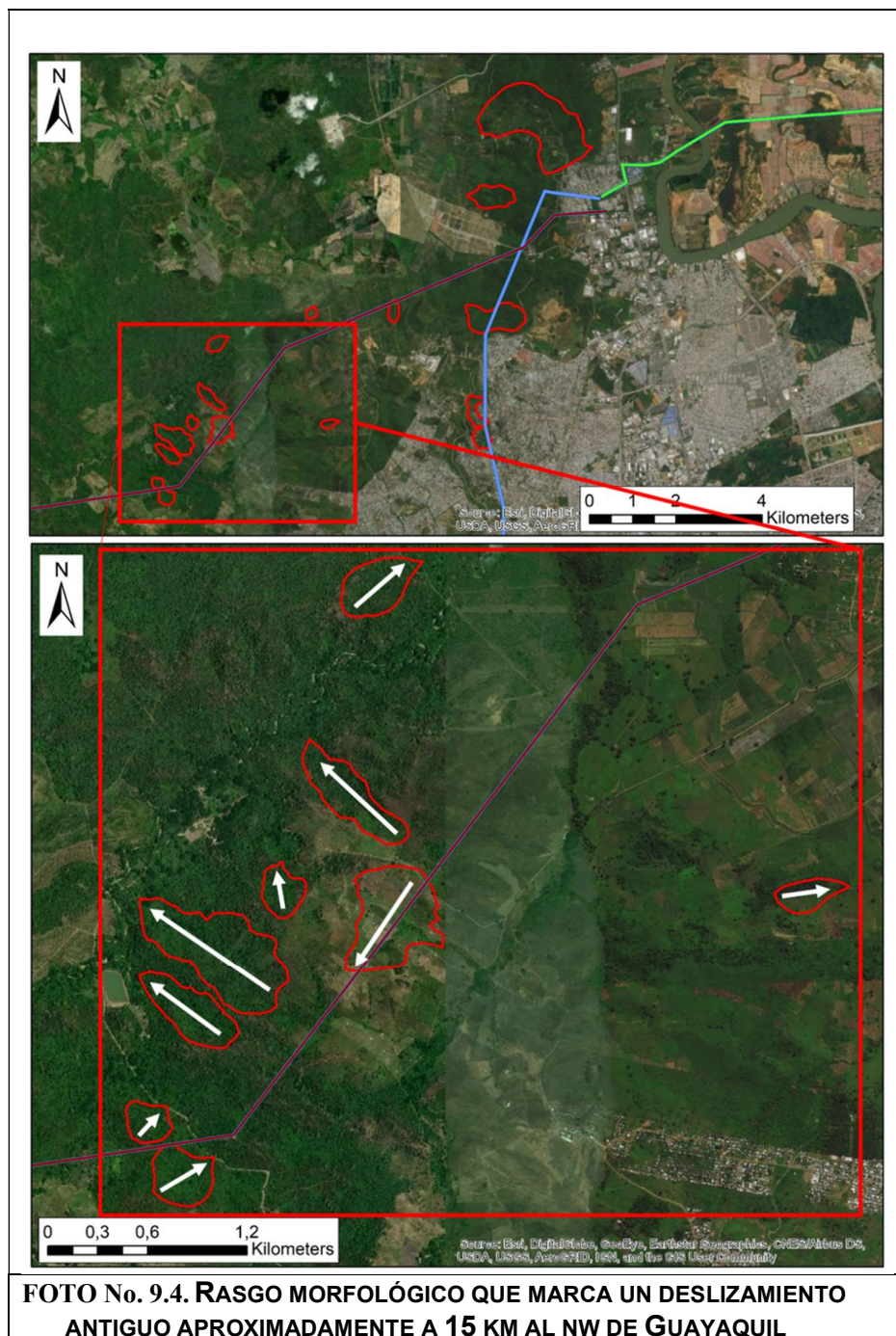
A aproximadamente a 12 km en dirección NW del poblado de Guayaquil, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se

evidencia que presentan direcciones de movimiento N, NE, y NW aproximadamente y cubre un área de sur a norte de 0,16 km², 0,20 km², 0,71 km² y 0,10 km² respectivamente, interseca a las líneas de transmisión Pascuales – Trinitaria A 230 kV representada en color azul, afectando a las estructuras E010, E016, E017, y Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV representada en color morado, sin embargo, no afecta a ninguna estructura.



A aproximadamente a 15 km en dirección NW del poblado de Guayaquil, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NW, NE, y SW aproximadamente y cubre un área de sur a norte y hacia el este de 0,10 km², 0,10 km², 0,14 km², 0,34 km², 0,10

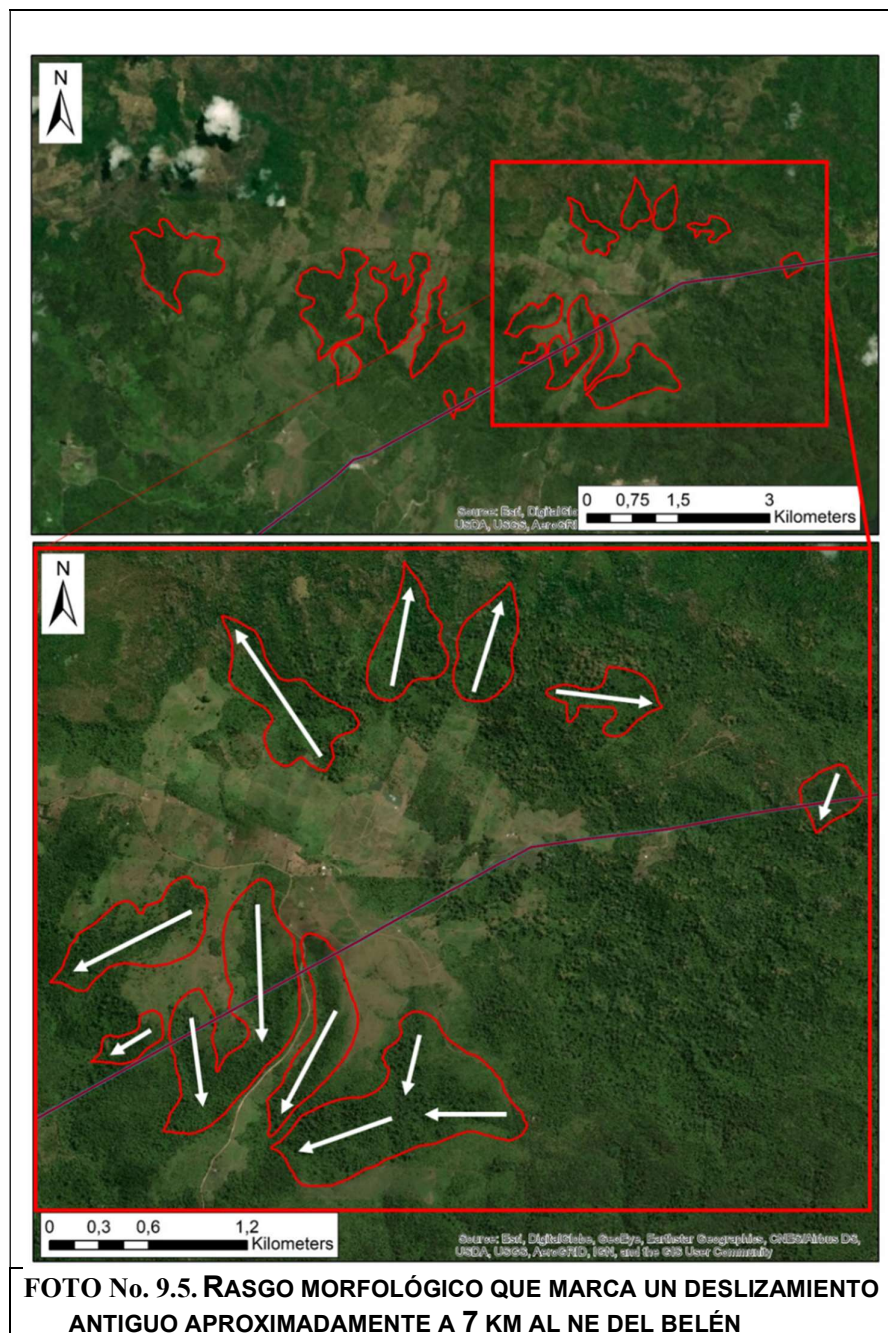
km², 0,26 km², 0,15 km², 0,12 km², y 0,10 km² respectivamente, interseca a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV representada en color morado, afectando a la estructura E025.



Área No. 3. Sector ubicado a aproximadamente 7 km al NE del poblado del Belén

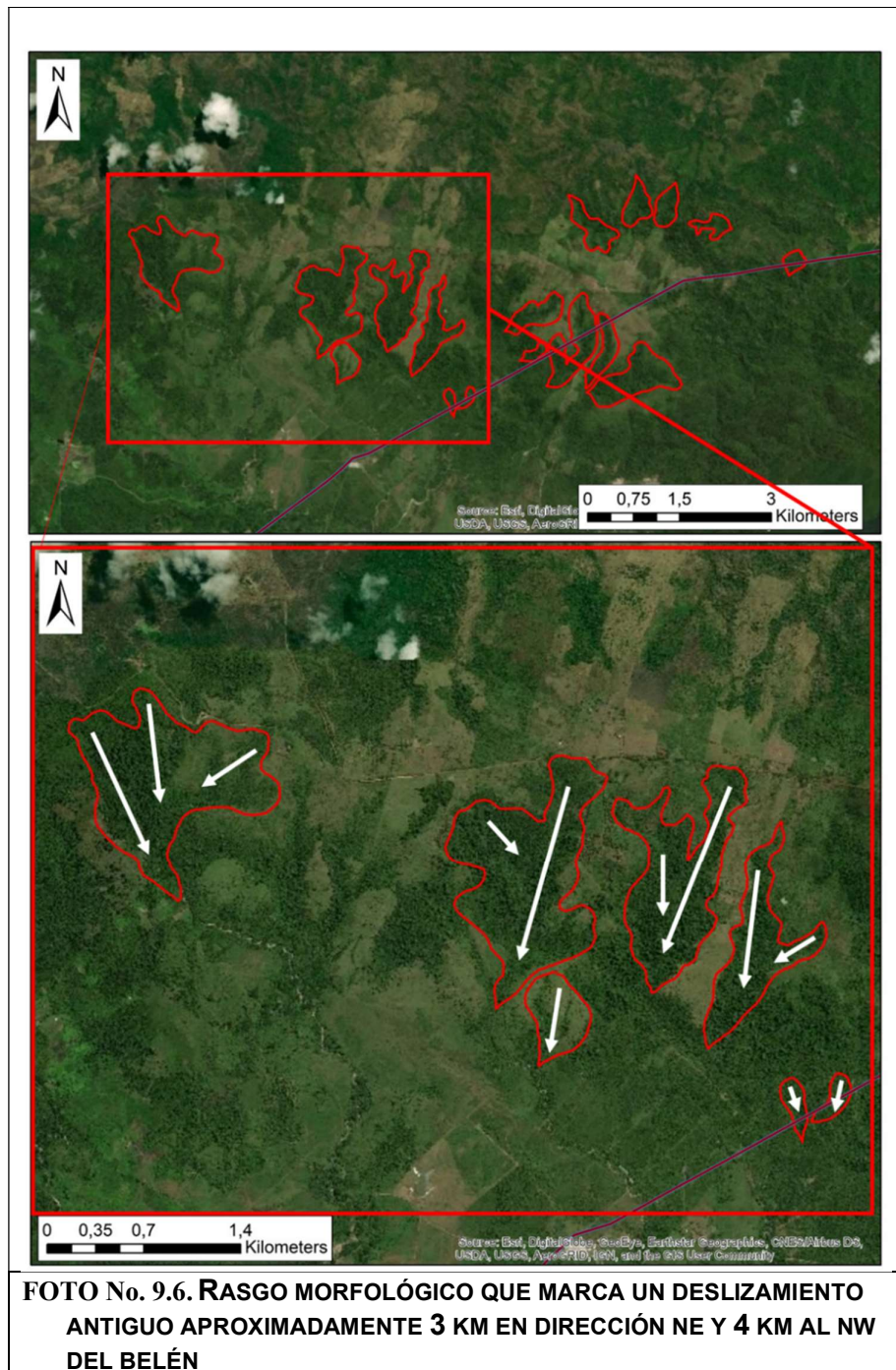
A aproximadamente a 7 km en dirección NE del poblado del Belén, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NW, NE, SE y SW aproximadamente y

cubre un área de sur a norte de 0,74 km², 0,27 km², 0,64 km², 0,1 km² y 0,32 km²; y de oeste a este de 0,31 km², 23 km², 0,19 km², 0,14 km², y 0,1 km² respectivamente, interseca parcialmente a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV representada en color morado, afectando a la estructura E037.



A aproximadamente a 3 km en dirección NE y 4 km al NW del poblado del Belén, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento SE, y SW aproximadamente y cubre un área de oeste a este de 1,11 km², 1,10 km², 0,20 km², 0,77 km², 0,45 km², 0,05 km² y 0,05 km² respectivamente, interseca parcialmente a la línea de

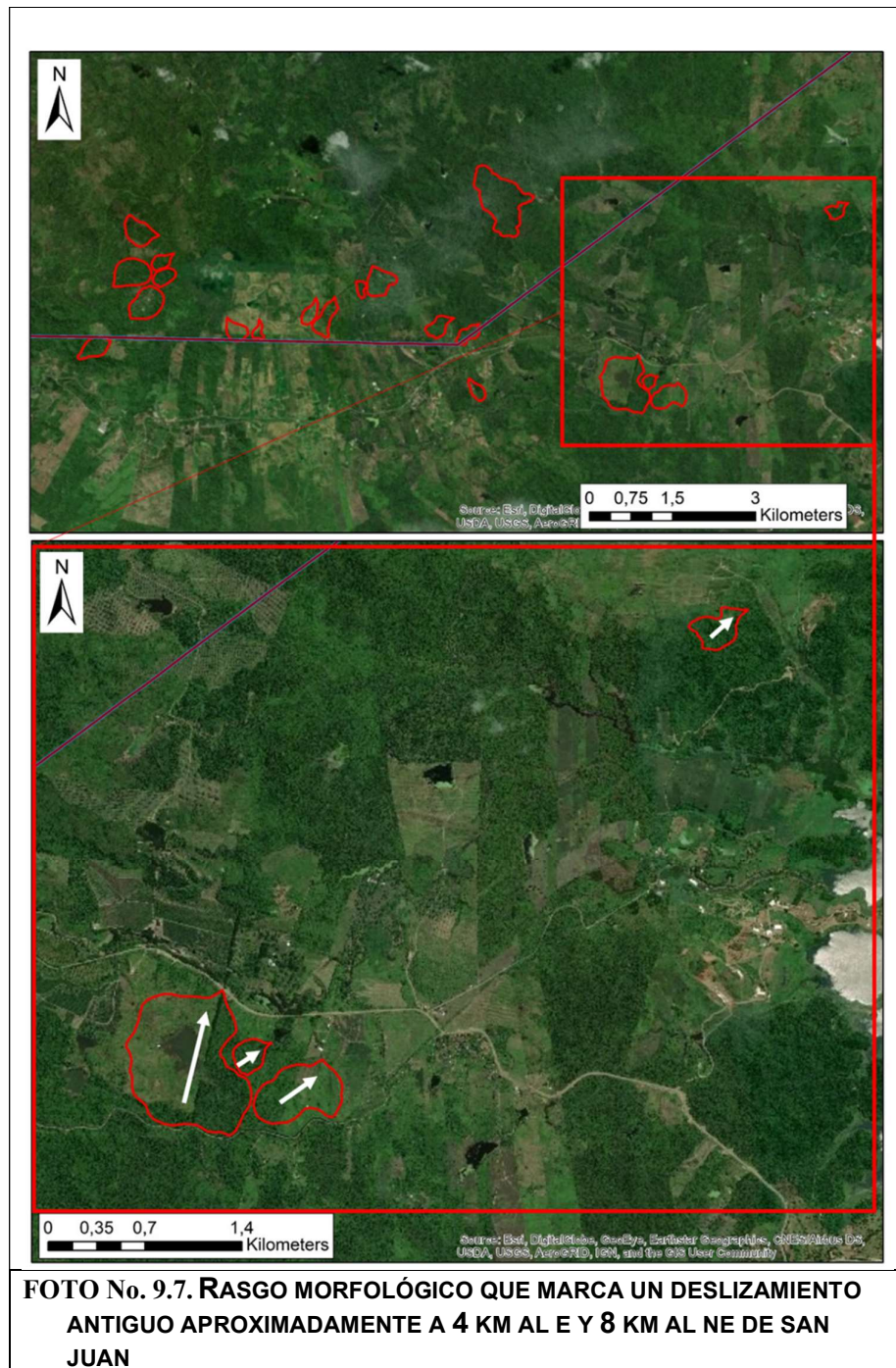
transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV representada en color morado, sin embargo, no afecta a ninguna estructura.



Área No. 4. Sector ubicado a 4 km al E y 8 km al NE del poblado de San Juan

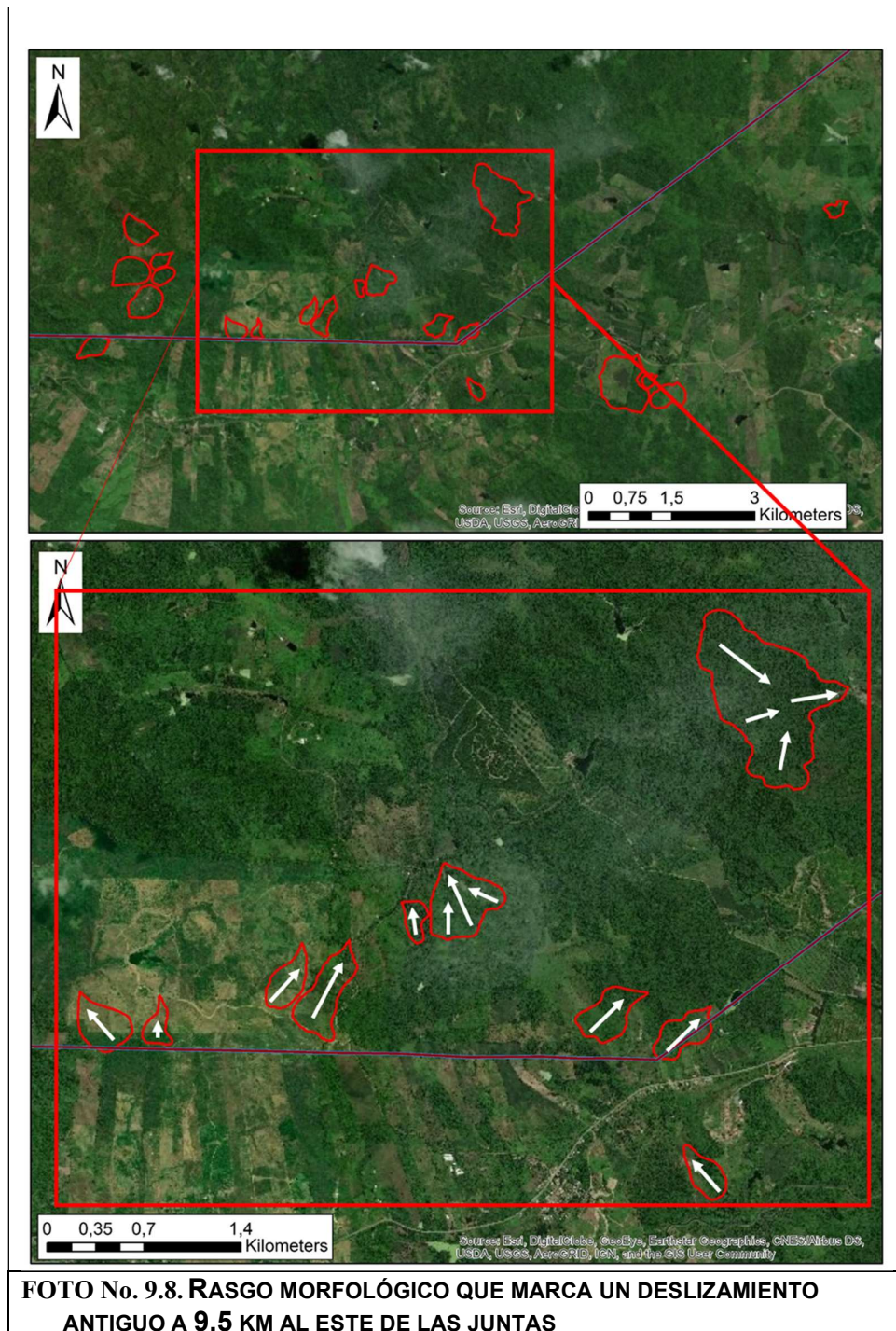
A aproximadamente a 4 km en dirección E del poblado de San Juan y a 8 km al NE del poblado del mismo poblado, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento N, NE, y NW aproximadamente y cubre un área de oeste a este de 0,68 km²,

0,045 km², 0,20 km² y 0,10 km² respectivamente, no intersecan a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV.



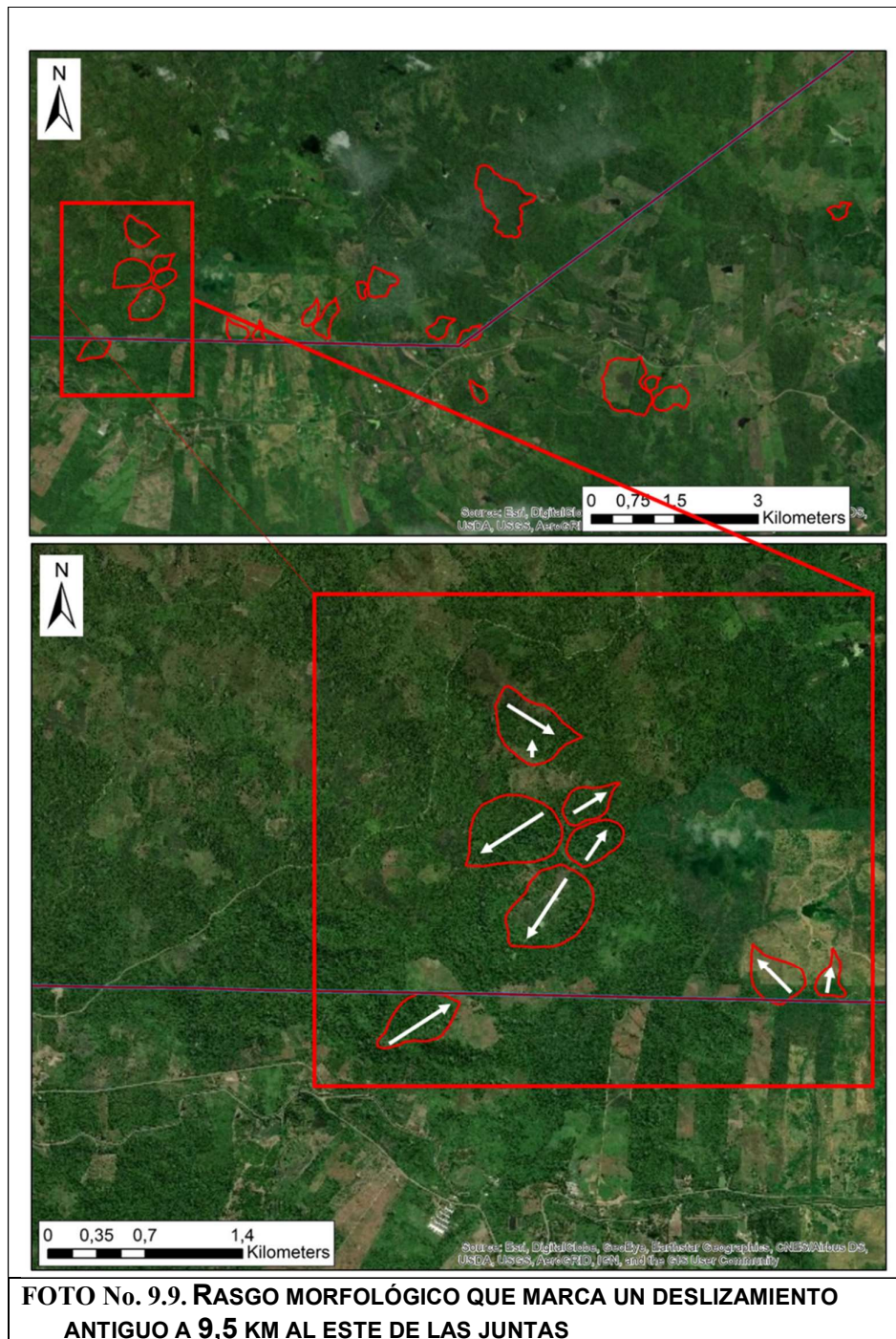
A aproximadamente 9,5 km al E del poblado de Las Juntas, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NE y NW aproximadamente y cubre un área de oeste a este de 0,11 km², 0,03 km², 0,1 km², 0,15 km², 0,03 km² y 0,19 km² respectivamente; y de sur a norte de 0,1 km², 0,1 km², 0,11 km² y 0,72 km² respectivamente

e intersecan a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV, afectando a las estructuras E083 y E093.



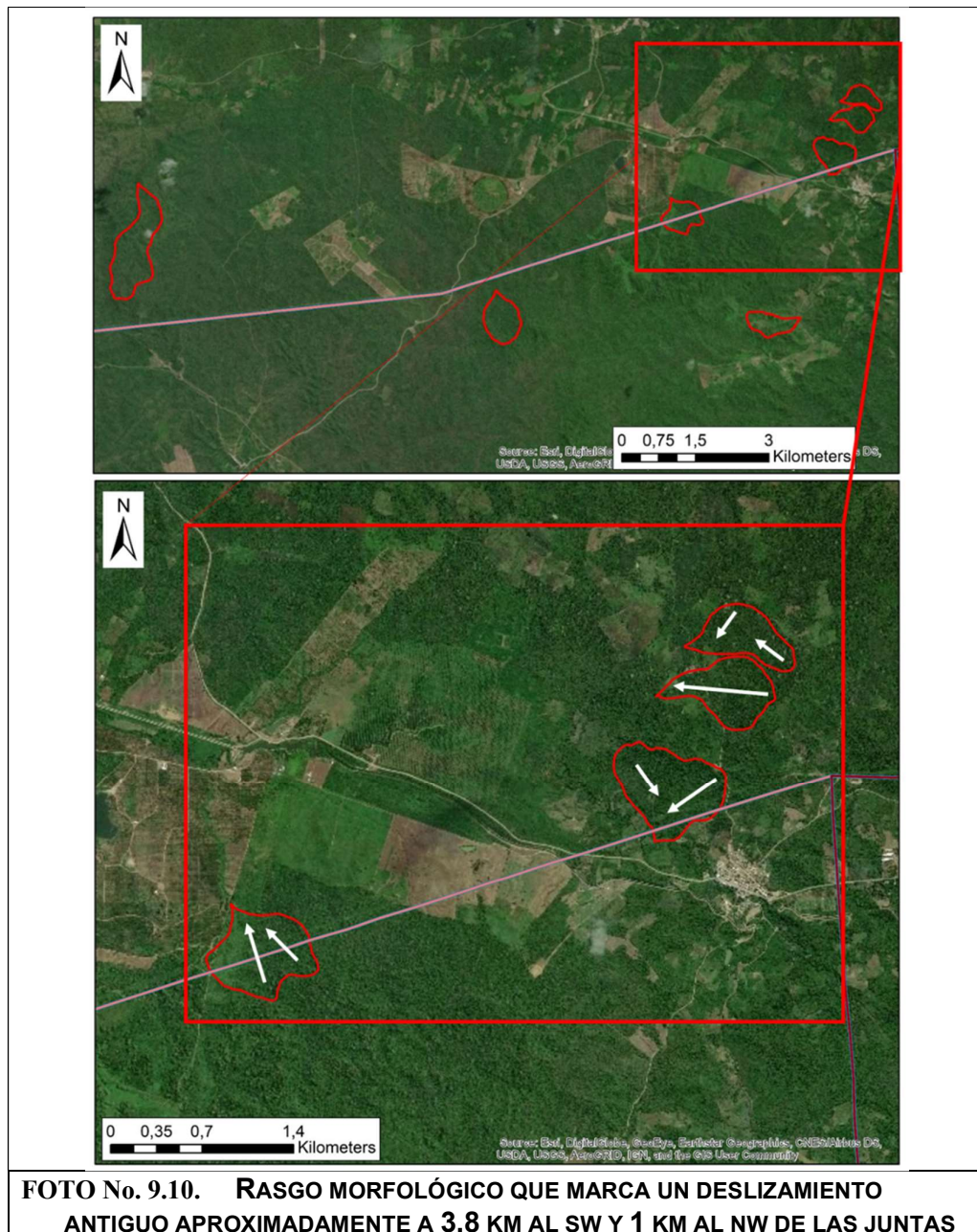
A aproximadamente 9,5 km al E del poblado de Las Juntas, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NE, NW y SW aproximadamente, cubriendo un área de oeste a este y de sur a norte de 0,15 km², 0,11 km², 0,04 km², 0,27

km², 0,1 km², 0,1 km² y 0,20 km² respectivamente, pero no intersecan a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV.



Área No. 5. Sector ubicado a aproximadamente a 3,8 km al SW y a 1 km al NW de Las Juntas

A aproximadamente a 3,8 km en dirección SW del poblado de Las Juntas, se encuentra un rasgo morfológico producto de procesos de remoción en masa, del mismo modo a aproximadamente a 1km al NW del mismo poblado se observan varios rasgos morfológicos de similares características; en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NW y SW aproximadamente y cubre un área de oeste a este de 0,39 km², 0,42 km², 0,28 km² y 0,23 km² respectivamente, interseca a la línea de transmisión (Las Juntas) – Santa Elena A 138 kV, representada en color rosado, afectando a las estructuras E113, E114, E126, E127 y E128.



A aproximadamente a 8 km y a 3,5 km en dirección SW del poblado de Las Juntas, se encuentra varios rasgos morfológicos que marcan procesos de remoción en masa; en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NW y SE aproximadamente y cubre un área de oeste a este de 0,56 km², y 0,35 km² respectivamente, no intersecan a la línea de transmisión (Las Juntas) – Santa Elena A 138 kV, representada en color rosado.

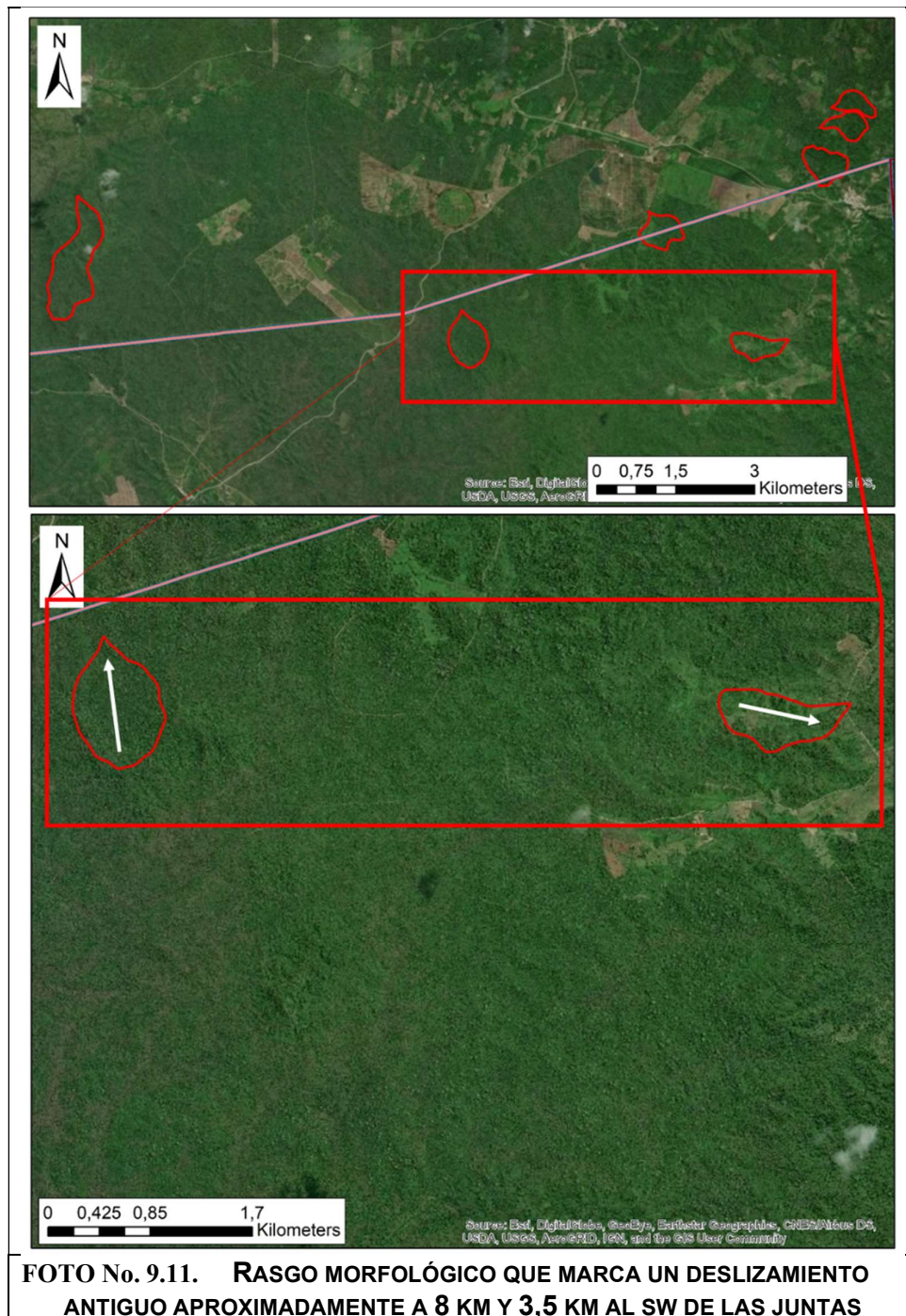
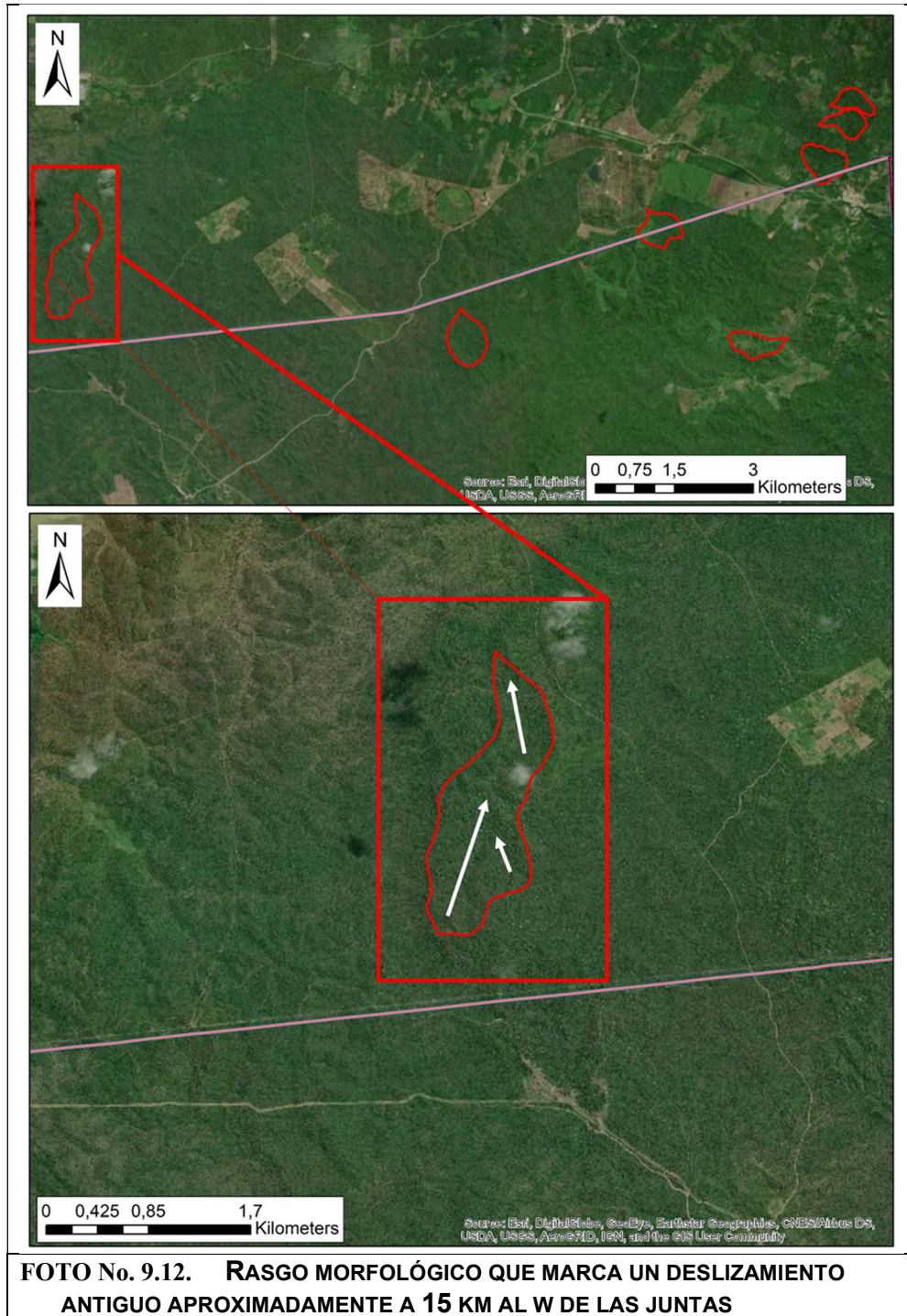


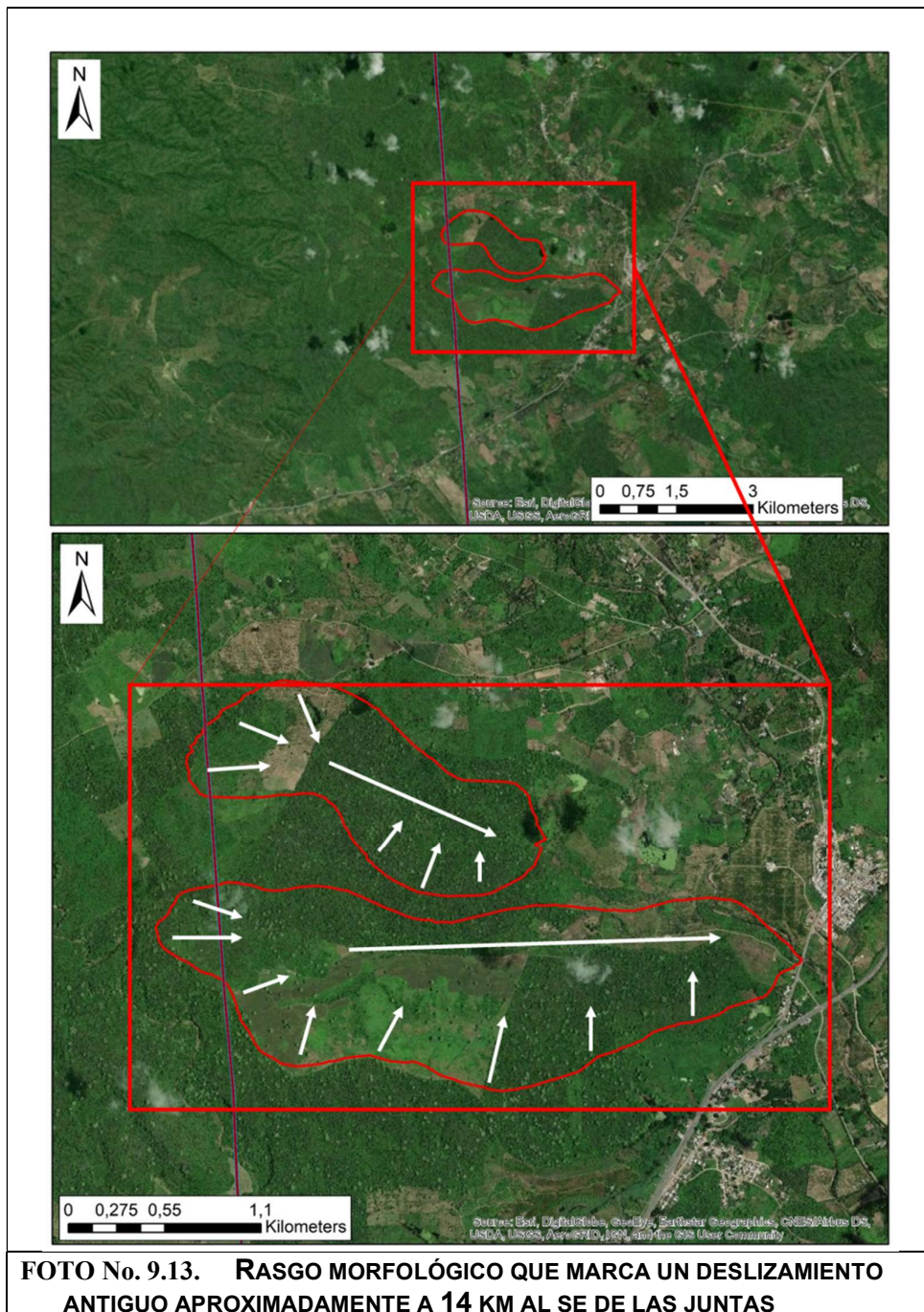
FOTO No. 9.11. RASGO MORFOLÓGICO QUE MARCA UN DESLIZAMIENTO ANTIGUO APROXIMADAMENTE A 8 KM Y 3,5 KM AL SW DE LAS JUNTAS

A aproximadamente a 15 km en dirección W del poblado de Las Juntas, se encuentra un rasgo morfológico producto de un proceso de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento NE y NW aproximadamente y cubre un área de 1,31 km², no interseca a la línea de transmisión (Las Juntas) – Santa Elena A 138 kV representada en color rosado.



Área No. 6. Sector ubicado a aproximadamente 14 km al SE de Las Juntas

A aproximadamente a 14 km en dirección SE del poblado de Las Juntas, se encuentra varios rasgos morfológicos producto de procesos de remoción en masa, en la fotografía adjunta se evidencia que presentan direcciones de movimiento variable cuyo comportamiento marca un escarpe de deslizamiento y cubre un área de sur a norte de 2,8 km² y 1,30 km² respectivamente, interseca parcialmente a la línea de transmisión Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja A 138 kV, representa en color morado, afectando a las estructuras E152, E153 y E155.

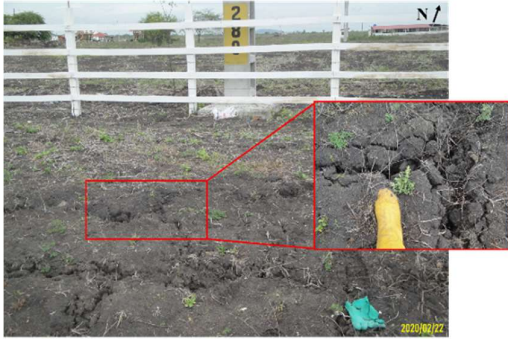


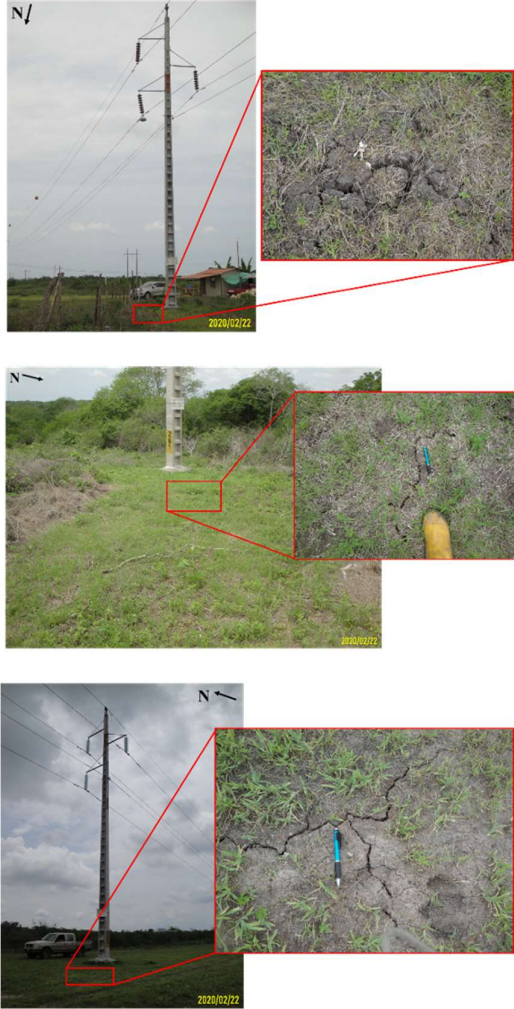
En cuanto al diagnóstico de la estabilidad de las torres de la zona occidental 2 y sus recomendaciones para contrarrestar la amenaza a la que están expuestas se describen a continuación.

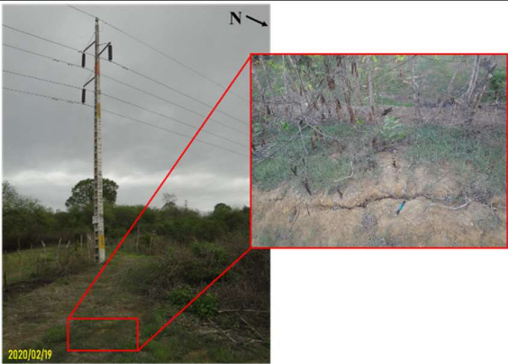
TABLA No. 9.20 ANÁLISIS DE CAMPO PARA TORRES AFECTADAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
643829 9680027	Milagro – San Idelfonso - Machala Estructura E385, E384	Las estructuras de este sector en específico aquella que se observa en la fotografía adjunta, se encuentran amenazadas por procesos de erosión hídrica, lo que ha provocado que la terraza sobre la que se halla cimentada la estructura haya sufrido un alto grado de erosión hídrica, como producto de este proceso, las torres afectadas corren el riesgo de colapso por las condiciones estructurales que presenta la zona donde se hallan cimentadas. 	Es necesario contemplar obras de contención debido a que la erosión en épocas de crecida inunda los sectores adyacentes y el grado de erosión se encuentra a no menos de 3 metros de la base se cimentación de la torre, lo que puede provocar el colapso estructural de dicha estructura. Es recomendable ejecutar un micropilotaje en las cimentaciones, además de desarrollar obras que mitiguen la erosión hídrica como un enrocado en cauce con tablestacado de acero.
644630 9675711	Estructura fuera de la línea de transmisión de estudio	En esta estructura se evidencia en la base de cimentación como alrededor de esta, fracturas debido a un aparente asentamiento diferencial que está sufriendo la torre, esto puede ser debido al tipo de material sobre el que está sustentado, ya que en función del análisis de campo esta presenta una consistencia de arcilla blanda. 	Se recomienda un monitoreo continuo de la estructura para evidenciar el avance del grado de fracturamiento, ya que si bien es cierto, la estructura se presenta fracturas, no existe evidencia que pueda colapsar debido al proceso de asentamiento diferencial.
644455 9675449	Estructura fuera de la línea de transmisión de estudio	La estructura se encuentra con su base de cimentación parcialmente erosionada debido a procesos de remoción en masa producto de la erosión hídrica, se observa además un alto grado de fracturamiento en la base de hormigón, debido a un aparente asentamiento diferencial ocasionado por el tipo de material sobre el que se halla sustentado la	Es necesario contemplar obras de contención tipo enrocados con tablestacado de acero para evitar la erosión

ANÁLISIS DE RIESGOS

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
		estructura, ya que en función del análisis de campo; y al colapso parcial del hormigón como producto de la erosión. 	hídrica y el colapso estructural, muro de gaviones que evite el colapso estructural de la torre o un proceso más detallado que incluya, la reconstrucción de la cimentación de la estructura, y un enrocado con tablestacado de acero que evite la erosión por procesos hídricos. Es necesario la ejecución de obras estructurales ya que la torre se encuentra muy expuesta ante un posible colapso estructural.
622202 9775091	Molino Pascuales Estructura E361	Las estructuras de este sector se encuentran en un sector donde se observan bloques de roca desprendidos, posiblemente producto de caída de rocas. 	Es necesario sectorizar dichos procesos para verificar que el desprendimiento de material no afecta las estructuras.
574219 9709955 574608 9716888 574452 9714431 574525 9715790	Pascuales Chongón (Las Juntas) Posorja Estructuras E226, E196, E207, E201	Las torres de este sector se hallan cimentadas sobre un suelo de consistencia firme, sin embargo, este presenta fracturamiento debido a un procesos de expansión lateral del suelo, esto debido a que el relieve de la superficie es ligeramente colinado. 	Es necesario ejecutar además de un monitoreo continuo para verificar el estado de las torres, un micropilotaje en la cimentación con la finalidad de salvaguardar las estructuras que pudiesen ser más afectadas por estos procesos. Es necesario recalcar que el proceso de expansión lateral es un proceso lento, sin embargo, a largo plazo puede comprometer la estabilidad estructural de las torres.

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
			
578388 9729570	Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja estructuras E144, E145	Las torres ubicadas al norte y sur de este punto de observación se hallan sobre un suelo que está sufriendo un proceso de asentamiento gradual, presentan además una ligera inclinación debido a este proceso. 	Es necesario contemplar medidas de contención estructural, a fin de evitar que dichas estructuras pudiesen colapsar, además de generar obras de protección para que el drenaje de agua no afecte al suelo donde se hallan cimentadas las estructuras.
577401 9743137	Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja estructuras	Existe la evidencia de expansión del suelo, notorio por las grietas que se hallan en este, producto del comportamiento de arcillas expansivas presentes en su composición.	Es necesario ejecutar además de un monitoreo continuo para verificar el estado de las torres, un micropilotaje en la

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
	E097, E098, E099, E100, E101		cimentación con la finalidad de salvaguardar las estructuras que pudiesen ser más afectadas por estos procesos. Es necesario recalcar que el proceso de expansión lateral es un proceso lento, sin embargo, a largo plazo puede comprometer la estabilidad estructural de las torres.

En forma paralela a los análisis desarrollados se considera los sectores asociados a unidades geomorfológicas tipo coluviones, cuya génesis está relacionada a procesos gravitacionales o procesos de movimientos en masa. A continuación, en las Tablas adjuntas se detallan las estructuras que se podrían ver afectadas y la distancia a las LT.

TABLA No. 9.21 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – ESCARPES DE DESLIZAMIENTO

Código de estructura	Distancia (m)
Molino – Riobamba – Totoras a 230 kV	
E148	51
E125	100
Molino – Pascuales a 230 kV	
E121	50
E120	11
E119	56
Molino – Cuenca a 138 kV	
E130	160
Molino – Zhoray – Milagro a 230 kV	
E144	54
E100	SOBRE
E143	SOBRE

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.22 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – COLUVIONES

Geoforma	Código de estructura	Distancia (m)
Molino – Riobamba – Totoras a 230 kV		
Coluviones recientes	E387	137
	E383	75
	E282	151
	E281	184
	E268	157
	E267	138
	E262	108
	E260	109
	E228	183
	E223	167
	E200	178
	E177	131
	E147	164
	E146	186
	E140	108 - 156
	E139	161
	E125	136
	E096	32
	E095	82
	E094	20 - 92
	E081	81
	E079	192
	E078	119
	E076	106
	E052	91
	E048	42
	E024	28 - 175
	E017	SOBRE
Coluviones antiguos	E318	173
	E317	177
	E307	63
	E306	179
	E222	178
	E180	151
	E178	184
	E177, E176	SOBRE
	E175	113
	E171	159 - 170
	E170	171
	E160 a E164	SOBRE
	E154, E155	SOBRE
	E153	187
	E150	SOBRE
	E128	82
	E127	0,5
	E124	SOBRE
	E123	133
	E122	SOBRE
	E121	81
	E118	25
	E115	159

Geoforma	Código de estructura	Distancia (m)
	E114	SOBRE
	E113	91
	E112	SOBRE
	E111	116
	E108, E109, E110	SOBRE
	E107	119
	E104	26
	E089	111
	E075	82
	E073, E074	SOBRE
	E056	97
	E054	SOBRE
	E053	48
	E039	145
	E038	SOBRE
	E021A	50
	E020	116
	E009	181
	E004	65
Molino – Pascuales a 230 kV		
Coluviones recientes	E364	43
	E149	159
	E136	178
	E135	136
	E123	108
	E096	93
	E095	88 - 198
	E094	191
	E090	166
	E085	66
	E080	157
	E055	69
	E051	46
	E009	158
	E004A	73
Coluviones antiguos	E134	45
	E109	140
	E105	29
	E074	SOBRE
	E059	103
	E058	195
	E057	30
	E056	150
	E042	110
	E041	SOBRE
	E003	175
Molino – Cuenca a 138 kV		
Coluviones recientes	E089	131
	E046	149
	E016	193
	E013	140
Coluviones antiguos	E142	SOBRE
	E141	55
	E133	69
	E132	SOBRE
	E131	57

Geoforma	Código de estructura	Distancia (m)
	E109	138
	E108	118 - 162
	E103	130
	E069	153
	E068	207
	E060, E062, E063	SOBRE
	E061	57
	E042	44
	E009	150
Molino – Zhoray – Milagro a 230 kV		
Coluviones recientes	E112	190
	E105	193
	E084	78
	E083	128
	E052	114
	E024	134
	E023	153
	E009	135
Coluviones antiguos	E124, E125, E127	SOBRE
	E123	52
	E122	198
	E115	192
	E057	89
	E056	125
	E055	71
	E054	193
	E053	73
	E034	53
	E033	SOBRE
	E032	189
Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja a 138 kV		
Coluviones antiguos	E192, E193, E194	SOBRE
	E191	143
	E138	114
	E135, E136, E137	SOBRE
	E134	33
	E133	111
	E132	163
	E101	195
	E100	163
	E099	101
	E098	142
(Las Juntas) – Santa Elena a 138 kV		
Coluviones recientes	E156	79
	E155	39
	E153, E154	SOBRE
	E152	181
Coluviones antiguos	E339	165
	E338	SOBRE
	E337	67

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.23 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – MICRO COLUVIONES

Código de estructura	Distancia (m)
Molino – Pascuales a 230 kV	
E148	64
E147	12
Molino – Cuenca a 138 kV	
E118	164
E117	SOBRE
Molino – Zhoray – Milagro a 230 kV	
E139, E141, E142	SOBRE
E140	93

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.24 TORRES AFECTADAS POR PROCESOS GRAVITACIONALES Y DE REMOCIÓN EN MASA – DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA

Código de estructura	Distancia (m)
Molino – Riobamba – Totoras a 230 kV	
E071, E072, E149, E154, E155	SOBRE
E148	86
Molino – Pascuales a 230 kV	
E071, E072, E073	SOBRE
E070	77
Molino – Cuenca a 138 kV	
E036	138
E035	176
Molino – Zhoray – Milagro a 230 kV	
E104	52
E103, E102, E101, E099, E098, E092	SOBRE
E091	5
E090	32
E077	65
E076	85
E070A	65

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.3.3.3 Evaluación del Riesgo por Movimientos en Masa

La evaluación de riesgos por movimientos en masa se muestra en la siguiente tabla:

TABLA No. 9.25 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL SISTEMA MOLINOS

Línea de Transmisión	Amenaza (Peligro)					Vulnerabilidad	Riesgo global
	Tipo de peligro	Magnitud	Intensidad	Frecuencia	Peligro global		
Molino Riobamba Totoras	Erosión, socavación, Deslizamientos.	Moderada	Moderada	Media	Medio	Grave o Crítico (3)	Riesgo Alto
Molino Zhoray Milagro	Macrodeslizamientos	Grande	Alta	A menudo	Alto	Grave Crítico (3)	Riesgo Alto
Molino Pascuales,	Deslizamientos, Flujos, depósitos de deslizamiento, masa deslizada	Moderada	Alta	Media	Medio	Limitado o Marginal (2)	Riesgo Bajo
Molino Cuenca	Macrodeslizamiento	Grande	Moderada	A menudo	Alto	Limitado o Marginal (2)	Riesgo Moderado
Milagro – San Idelfonso - Machala	Deslizamientos superficiales	Pequeña	Baja	Media	Bajo	Limitado o Marginal (2)	Riesgo Bajo
Pascuales – Trinitaria	Deslizamientos superficiales	Pequeña	Baja	Media	Bajo	Limitado o Marginal (2)	Riesgo Bajo
Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja	Procesos de remoción en masa tipo coluviones	Moderada	Moderada	Media	Medio	Grave Crítico (3)	Riesgo Moderado
(Las Juntas) – Santa Elena	Procesos de remoción en masa tipo coluviones	Moderada	Moderada	Media	Medio	Grave Crítico (3)	Riesgo Moderado

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

El resultado muestra que dos LT presentan un Riesgo Alto, lo que implica que es posible que exista una paralización de operaciones en las líneas Molino Riobamba y Molino Zhoray Milagro, esto debido al grave impacto que se puede desencadenar en caso de un sismo o lluvias importantes, que aceleren los movimientos en masa de gran magnitud que afectan varias torres y vértices de las líneas.

Operativamente se requiere hacer una revisión de la ubicación de varias torres y se recomienda la inspección de técnicos de CELEC EP TRANSELECTRIC y que se implemente las medidas de control operacional necesarias.

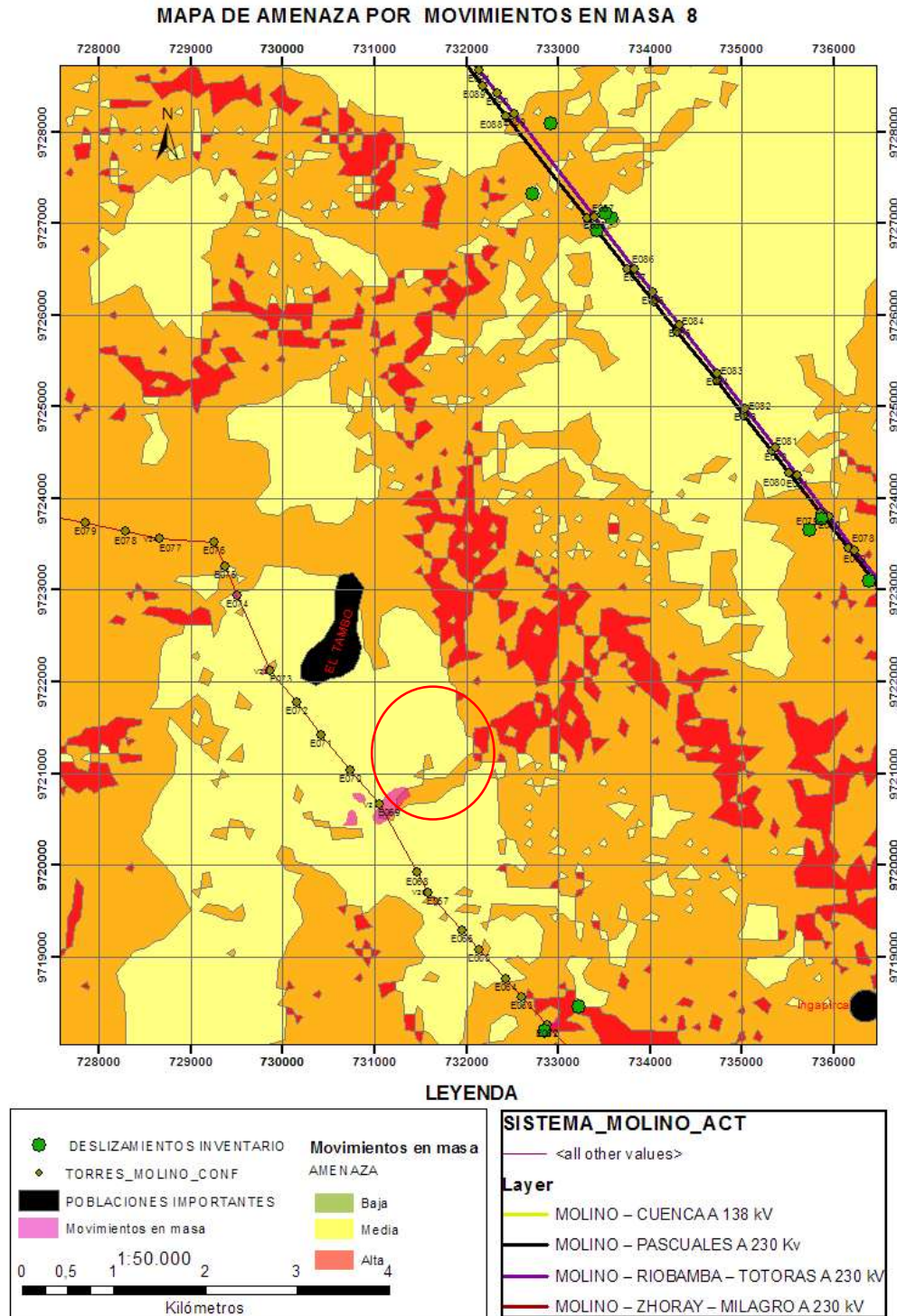
La Línea Molino Cuenca posee un Riesgo Medio, debido al Macrodeslizamiento en el sector de Nulti en Cuenca, es posible que se requiera cambios de ubicación en al menos dos torres, la gravedad del fenómeno permite hacer estudios geotécnicos para decidir la mejor ubicación y cuando hacerlo.

La línea Molino Pascuales es la menos afectada por movimientos en masa de gran magnitud e intensidad, por lo que se recomienda hacer inspecciones para evaluar la posibilidad de un aumento en el riesgo.

Para el resto de las líneas que presentan un riesgo que varía de bajo a moderado, es necesario contemplar las recomendaciones expuestas para contrarrestar la amenaza ante la que están expuestas.

Desde el punto de vista ambiental, las posibles afectaciones serían mínimas y prevenibles, debe incluirse medidas de rehabilitación para áreas afectadas en caso de reubicación de torres.

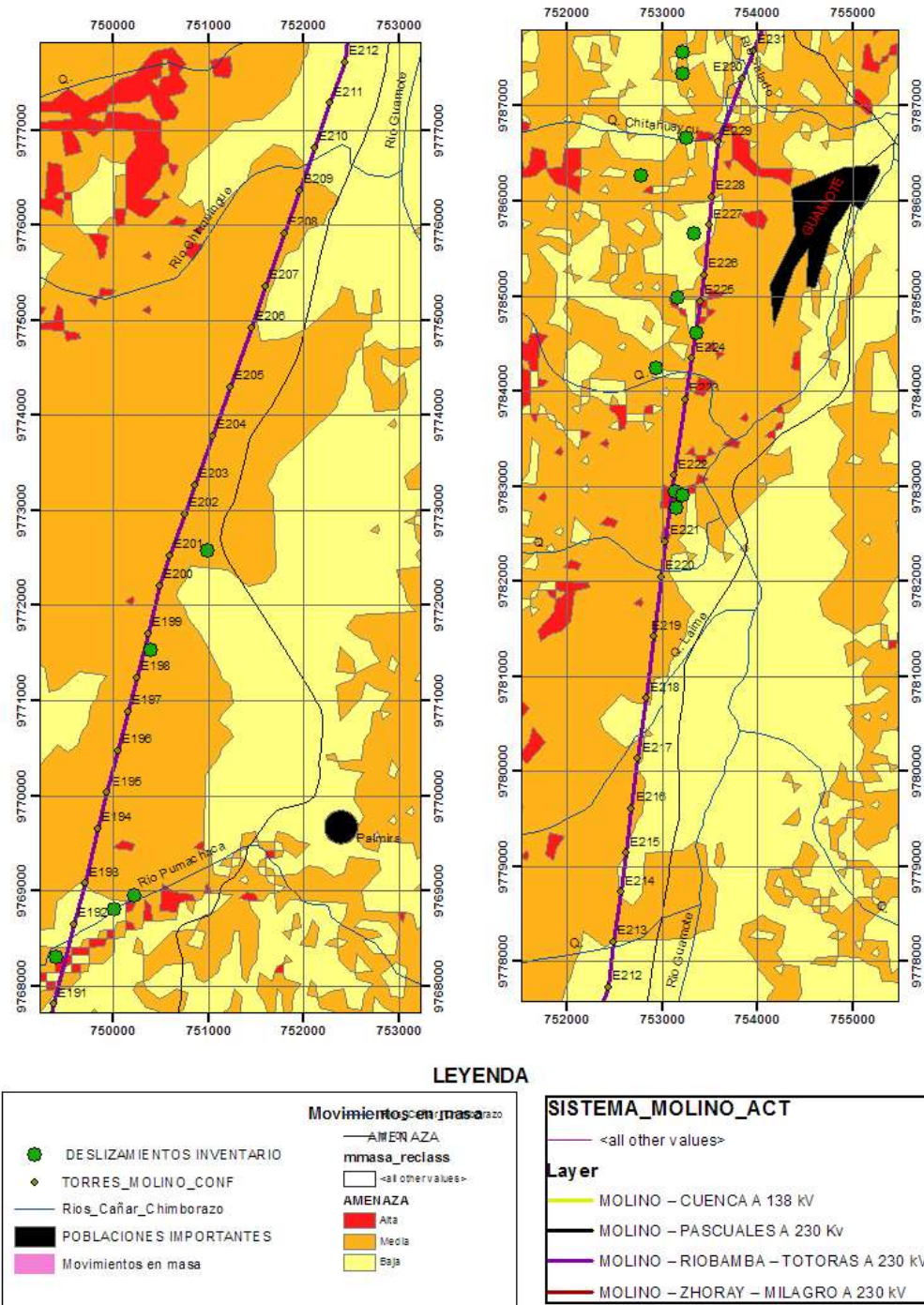
FIGURA No. 9.15. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Tambo



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

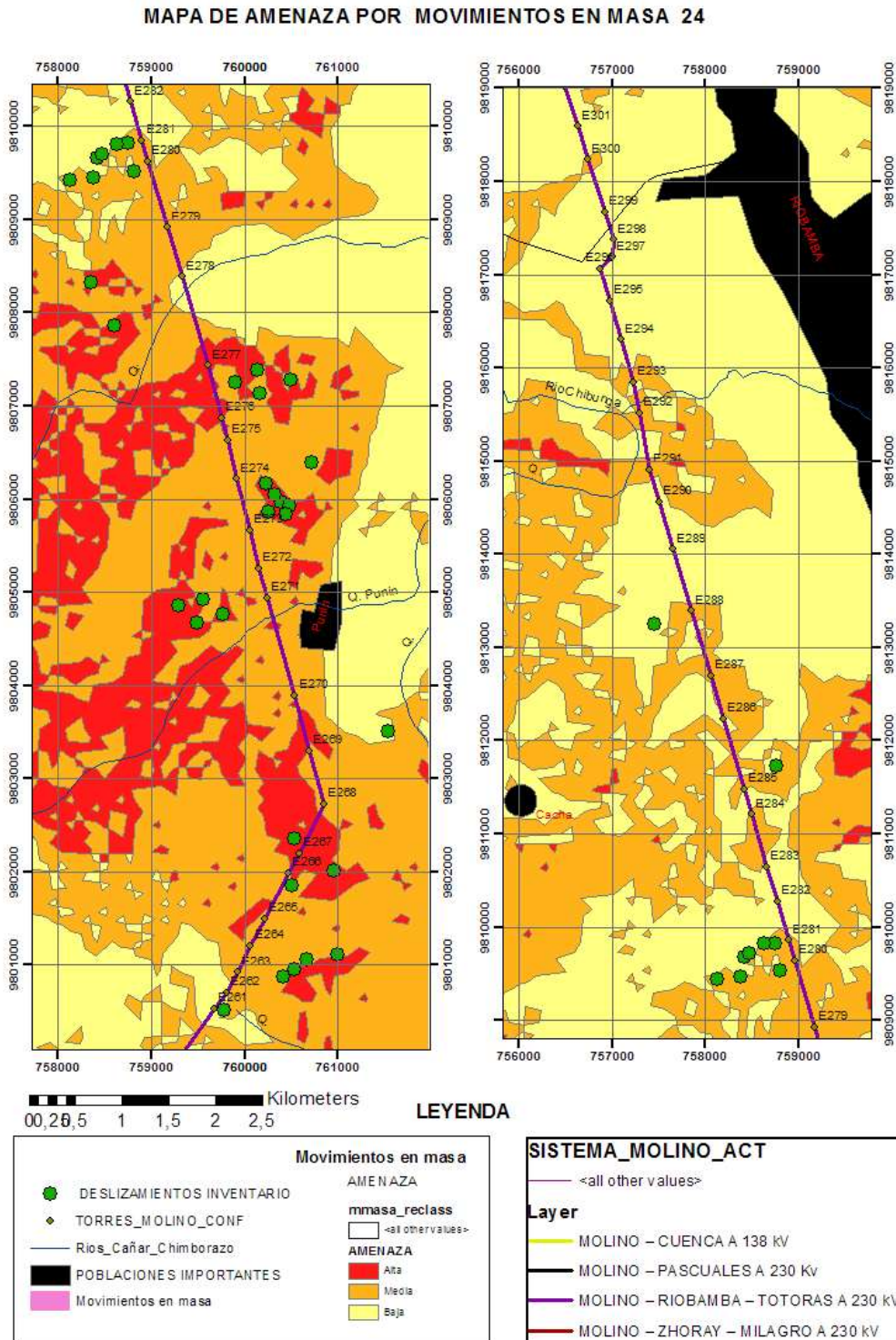
FIGURA No. 9.16. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Guamote

MAPA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 22



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.17. Mapa de Amenaza por movimiento en masa zona de Riobamba



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.3.4 Riesgo por Inundaciones

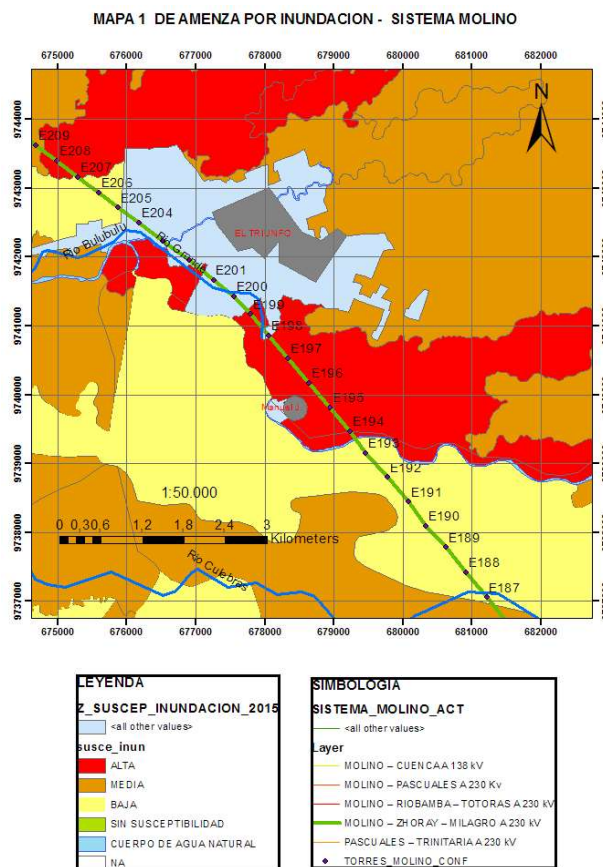
9.3.4.1 Análisis de la Amenaza por Inundación

El sistema de transmisión eléctrica puede ser afectado por amenaza alta por inundación en la zona litoral en las cercanías de El Triunfo.

La línea Molino Zhoray Milagro puede ser afectada en la zona de la población de El Triunfo por las crecidas del río Bulubulu, las torres E194 a E199 están cimentadas en una zona de inundación, es posible que se tenga licuefacción en caso de terremoto, por lo que se sugiere verificar la necesidad de reforzar la cimentación.

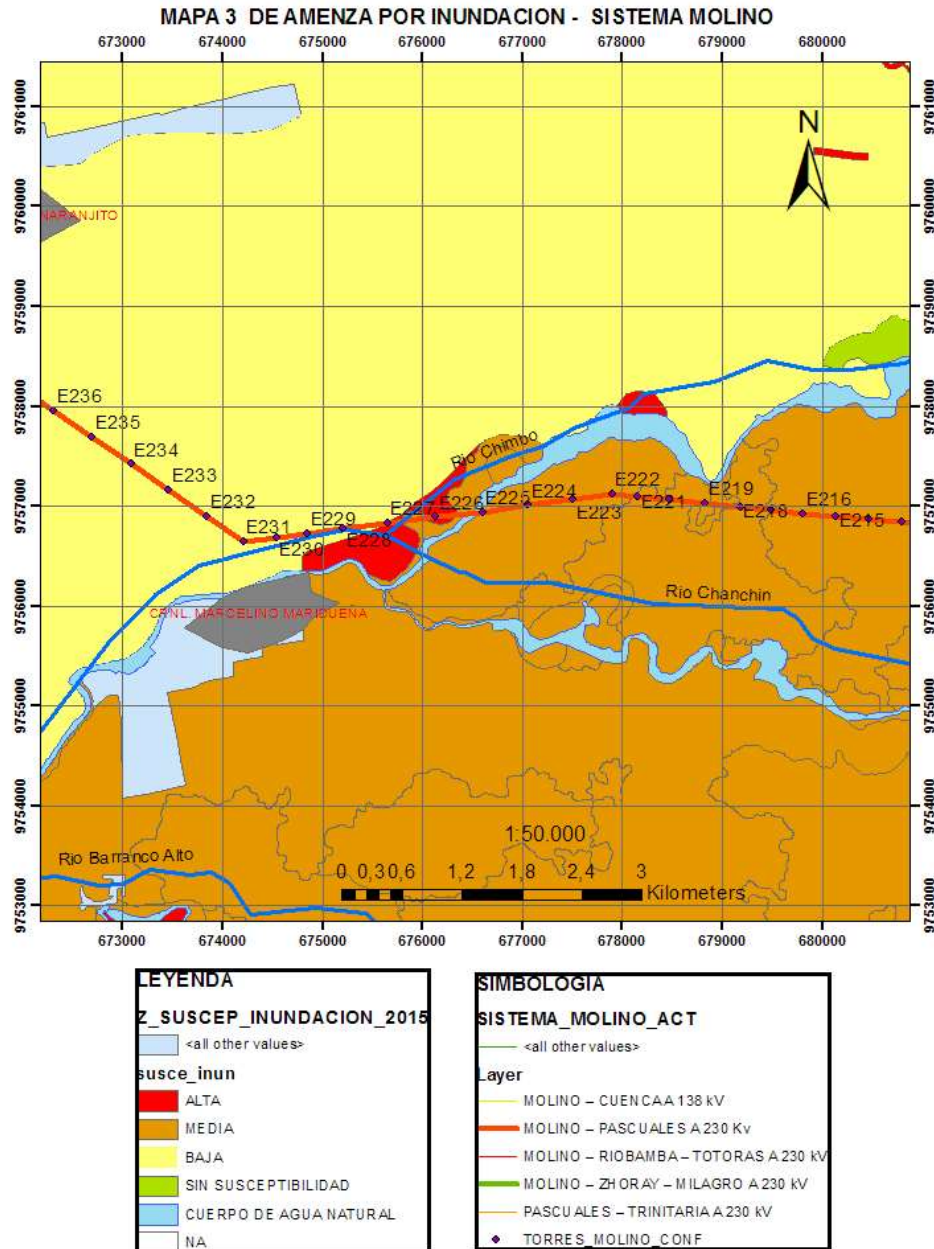
La línea Molino Pascuales puede ser afectada en la unión de los ríos Chimbo y Chanchán cerca de Naranjito, por ejemplo la torre E225 puede ser afectada por la socavación o erosión lateral del río Chimbo, se recomienda realizar la inspección y verificar la necesidad de una obra de estabilización, para lo cual se debe hacer un estudio multitemporal de la variación del cauce del río para estimar la rata de erosión y un estudio geotécnico e hidráulico para establecer las medidas de mitigación en el sector, pues varias son las torres que podrían afectarse en caso de un cambio del cauce, ya que es evidente la cantidad de meandros abandonados.

FIGURA No. 9.18. Mapa de Amenaza por Inundaciones línea Molino Zhoray Milagro



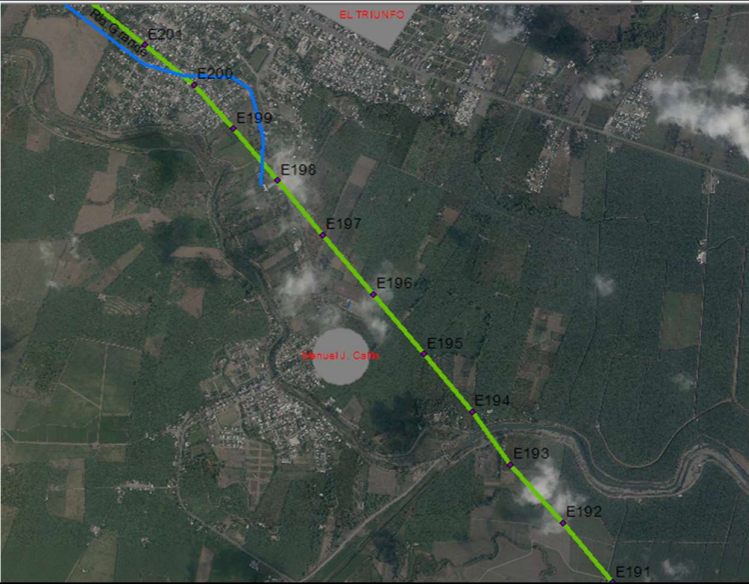
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

FIGURA No. 9.19. Mapa de Amenaza por Inundaciones línea Molino Pascuales



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

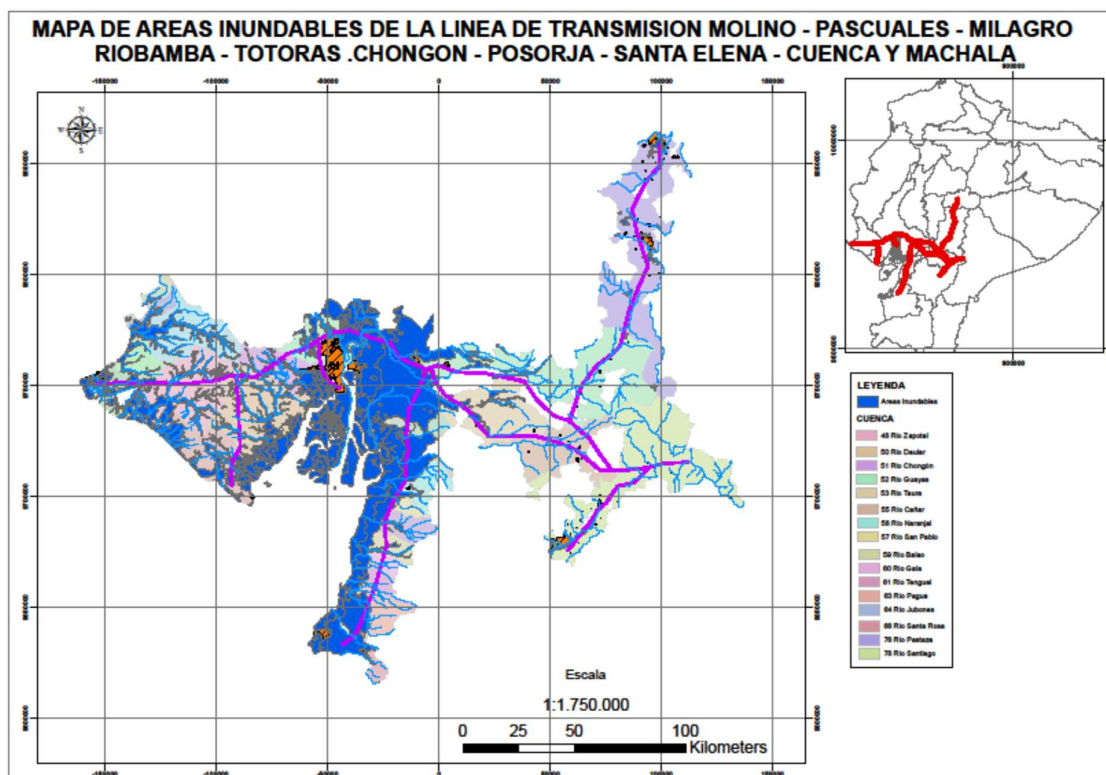
TABLA No. 9.26 DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES PARA ELEMENTOS EN PELIGRO POR INUNDACIONES

UTM	LT	Diagnóstico	Recomendación
9756940 676601	Línea Molino Pascuales MOL2PAS-E228 Número: E225	Torre E225 en alto riesgo debido a erosión en la margen izquierda del río Chimbo.	Mover la torre E225, calculando la distancia mediante un estudio de erosión y socavamiento. Hacer un estudio multi-temporal para estimar la tasa de erosión.
			
9739461 679232	Línea Molino Zhoray Milagro ZHO2MIL-E217 Número: E194 a E199	Zona con alto peligro de inundación por crecidas del río Bulubulu, Torres con riesgo medio de sufrir erosión y licuefacción en caso de sismo.	Revisar el estado de la cimentación de las torres, los materiales donde están cimentadas deben ser materiales finos, recientes y deben estar satuados, Realizar inyecciones o pilotaje de acuerdo a lo que indique estudio geotécnico.
			

Para el desarrollo del análisis de riesgo por inundaciones de la zona occidental del litoral del sistema de transmisión, se ha tomado como base la información del mapa de áreas

inundables, ver siguiente figura; mediante el cual se establece los sectores y las torres que podrían ser afectadas por este proceso.

FIGURA No. 9.20. Mapa de áreas inundables



Fuente: INHAMI

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

A continuación, en las dos tablas siguientes se detallan los sectores que pueden verse afectados por inundaciones en las cuencas de los ríos que atraviesan las distintas líneas de transmisión y las torres que se pueden ver afectadas por este proceso en el sector occidental del sistema de transmisión:

TABLA No. 9.27 SECTORES AFECTADOS POR INUNDACIONES

CUENCA HIDROGRÁFICA	SUBCUENCA/RIO	LUGAR DE AFECTACIÓN
GUAYAS	DAULE, BABAHOYO	Guayaquil, San Borondón
	CHIMBO, YAGUACHI	Milagro, Yaguachi, Naranjito, Durán, Cumandá
	CHIMBO	Guaranda,
ZAPOTAL	RIO TAMBO, CHONGON	Santa Elena, Salinas, Progreso, Playas
CAÑAR	CAÑAR	Puerto Inca
BALAO	RIO BALAO	Balao, Naranjal
SIETE	SIETE	Ponce Enríquez
GALA	GALA	Tenguel
JUBONES	JUBONES, SANTA ROSA	Machala, Santa Rosa, Pasaje, El Guabo
GALA	GALA	Tenguel
SANTIAGO	PAUTE, TOMBAMBA	Cuenca, Paute, Gualaceo

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.28 TORRES AFECTADAS POR INUNDACIONES

Línea de Transmisión	Posibles torres afectadas
LAS JUNTAS – SANTA ELENA	E226 hasta E237 E214, E215, E216 E191, E192, E193 E155 hasta E188 E146 hasta E153 E112, E113, E116, E117, E118 E007
PASCUALES – CHONGÓN – (LAS JUNTAS)	E221 hasta E230 E197 hasta E204 E188 hasta E194 E171, E163, E141 hasta E146 E104 hasta E108 E083, E090, E094, E095, E096, E097 E059 hasta E069 E005, E006, E007, E016, E020, E041, E042, E044, E045, E046, E051 E012, E014, E019, E020, E021, E030, E055
MOLINO - PASCUALES	E377, E378 E365, E369, E370 hasta E374 E337 hasta E360 E314 hasta E336 E265 hasta E312
MOLINO – ZHORAY - MILAGRO	E250, E251, E243, E244, E245, E246, E247
MILAGRO – SAN IDELFONSO – MACHALA	E011, E012, E13, E014 E019 hasta E111 E117 hasta E122 E126 hasta E252 E265 hasta E309 E345, E346 E393 hasta E396 E009 hasta E094
PASCUALES – LA TRINITARIA	E013, E014, E015, E025, E026 E048 hasta E064
MOLINO - PASCUALES	E180, E181, E183, E184, E185
MOLINO – ZHORAY - MILAGRO	E174, E175, E176, E177, E179, E180, E210 E218 hasta E221 E224 hasta E228 E266 hasta E270 E272, E273, E274
MOLINO – RIOBAMBA - TOTORAS	E211, E212, E213, E279, E388,

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remedación Cía. Ltda., 2020

9.3.4.2 Evaluación del riesgo por inundaciones

Los potenciales impactos en la línea de transmisión ante un proceso de inundación serían:

- Daños en la estructura por impactos de materiales que sean transportados por la crecida y flujo hidráulico.
- Daño a los sistemas de conexión a tierra

Considerando que la línea de transmisión no está potencialmente expuesta a procesos de inundación, se procede a realizar el análisis de riesgo por inundaciones.

TABLA No. 9.29 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Línea de Transmisión	Amenaza (Peligro)					Vulnerabilidad	Riesgo global
	Tipo de peligro	Magnitud	Intensidad	Frecuencia	Peligro global		
Molino Riobamba	Inundación	Moderada	Alta	A menudo	Bajo	2	Bajo
Molino Cuenca	Inundación	Moderada	Alta	Improbable	Aceptable	1	Bajo
Molino Zhoray Milagro	Inundación, socavación, licuefacción, socavación	Grande	Alta	A menudo	Alto	3	Riesgo Alto
Molino Pascuales,	Inundación	Moderada	Alta	A menudo	Alto	2	Riesgo Moderado
Milagro – San Idelfonso - Machala	Inundación	Moderada	Alta	A menudo	Alto	2	Riesgo Moderado
Pascuales - Trinitaria	Inundación, socavación,	Moderada	Alta	A menudo	Alto	3	Riesgo Alto
Pascuales – Chongón – (Las juntas)	Inundación	Moderada	Alta	A menudo	Alto	2	Riesgo Moderado
(Las Juntas) – Santa Elena	Inundación	Moderada	Alta	A menudo	Alto	2	Riesgo Moderado

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE

Los potenciales peligros identificados y evaluados son los siguientes:

- **Explosiones e incendios.** Se puede dar por falla en su normal funcionamiento a causa de fallas eléctricas, operativas, de mantenimiento, daños por terceros. El riesgo es alto sobre todo en el tejido urbano.
- **Trabajo en alturas.** Comprende caídas desde alturas superiores a 1,8m. En la fase de operación, cuando se realiza la limpieza o reparaciones de las torres
- **Ruido.** El ruido de las torres puede sobrepasar los niveles admisibles establecidos por la normativa ambiental vigente.
- **Emisión de campo electromagnético.** La radiación electromagnética no ionizante puede sobrepasar los niveles admisibles establecidos por la normativa ambiental vigente.
- **Contacto eléctrico de las torres.** Debido a la corrosión y daños por terceros puede perderse la verticalidad de las torres de 30m de altura y producir contacto eléctrico.

A continuación, se obtiene la magnitud de riesgo para personas o población (Pe), infraestructura (I), a las operaciones (O) y al medio Ambiente (MA), para cada línea del sistema de transmisión eléctrica.

TABLA No. 9.30 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO RIOBAMBA TOTORAS

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Consecuencia	Exposición	Probabilidad	Magnitud (MR) Riesgo	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de transmisión	O	5		3	15	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	3	24	Grave
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocutación	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.31 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO CUENCA

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		3	15	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocción	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.32 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINOS ZHORAY MILAGRO

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		2	10	Serio
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	3	24	Grave
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocuición	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.33 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MOLINO PASCUALES

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		3	15	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocción	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.34 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA PASCUALES - TRINITARIA

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud (MR) Riesgo	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	2	3	1	6	Leve
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		4	20	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocción	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.35 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA PASCUALES – CHONGÓN – (LAS JUNTAS) – POSORJA

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		3	15	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocuición	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.36 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA (LAS JUNTAS) – SANTA ELENA

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	2	3	1	6	Leve
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		4	20	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electroculción	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

TABLA No. 9.37 MAGNITUD DEL RIESGO (MR) LÍNEA MILAGRO – SAN IDELFONSO - MACHALA

Cod.	Factor de Peligro	Impacto	Elemento	Conse.	Exposición	Probabilidad	Magnitud Riesgo (MR)	
							Rango	Nivel
4	Explosiones/ Incendios	Muerte/lesiones	Pe	2	3	1	6	Leve
		Pérdida de flora y fauna	MA	2		2	4	Leve
		Afecación a Infraestructura	I	3		2	6	Serio
		Suspensión de trabsmisión	O	5		4	20	Grave
5	Trabajo en alturas	Muerte/lesiones	Pe	4	2	2	16	Serio
6	Ruido	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	2	4	2	16	Serio
7	Emisión de campo electromagnético	Superar límites permisibles según normativa vigente	Pe	1	4	2	8	Leve
8	Contacto eléctrico de las torres	Muerte/lesiones. Electrocuición	Pe	4	4	2	32	Grave

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2020

9.5 MEDIDAS DE CONTROL

Medidas de control para el riesgo sísmico

Línea de Transmisión	Vulnerabilidad	Riesgo	Amenaza	Medida de control
Molino Riobamba	3	Alto	Sismo	Se recomienda que se diseñen estrategias específicas para este escenario y se incluyan en el Plan de Emergencias que dispone CELEC EP TRANSELECTRIC. Hacer simulacros de respuestas ante sismos.
Molino Cuenca	2	Bajo		Hacer simulacros de respuestas ante sismos aplicando el Plan de Emergencias.
Molino Zhoray Milagro	3	Moderado		
Molino Pascuales	3	Moderado		Se recomienda que se diseñen estrategias específicas para este escenario y se incluyan en el Plan de Emergencias. Hacer simulacros de respuestas ante sismos.
Milagro – San – Idelfonso - Machala	5	Muy Alto o Extremo		
Pascuales – Trinitaria	5	Muy Alto o Extremo		
Pascuales – Chongón – (Las juntas) - Posorja	5	Muy Alto o Extremo		
(Las Juntas) – Santa Elena	5	Muy Alto o Extremo		

Medidas de control para el riesgo volcánico

Línea de Transmisión	Vulnerabilidad	Riesgo	Amenaza	Medida de control
Molino Riobamba Totoras	2	Bajo	Erupción - Caída de ceniza	Hacer simulacros de respuestas ante riesgo de caída de cenizas aplicando el Plan de Emergencias.
Molino Cuenca	2	Aceptable		Se debe programar un control estructural de las torres y sus componentes con una frecuencia mayor que la que normalmente se realiza en el resto de líneas de transmisión. Hacer simulacros de respuestas ante riesgo de caída de cenizas aplicando el Plan de Emergencias.
Molino Cuenca y Molino Zhoray Milagro	2	Aceptable		
Molino Pascuales	1	Aceptable		
Milagro – San Idelfonso - Machala	2	Aceptable		
Pascuales – Trinitaria	2	Aceptable		
Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja	2	Aceptable		
(Las Juntas) – Santa Elena	2	Aceptable		

ANÁLISIS DE RIESGOS

Medidas de control por procesos Geomorfológicos

Línea de Transmisión	Vulnerabilidad	Riesgo	Amenaza	Medida de control
Molino Riobamba Totoras	3	Riesgo Alto	Erosión, socavación, Deslizamientos.	Se recomienda la inspección por parte de técnicos geólogos-geotécnicos del trazado de la L/T en la zona de Tambo, pues existen deslizamientos de tamaño macro que podrían afectar al mediano y/o largo plazo, la medida a aplicar pueden ser de monitoreo geodésico de las torres, diseños geotécnicos, o propuestas de variantes.
Molino Zhoray Milagro	3	Riesgo Alto	Macrodeslizamiento	
Molino Pascuales,	2	Riesgo Bajo	Deslizamientos, Flujos, depósitos de deslizamiento, masa deslizada	Se recomienda la inspección por parte de técnicos de las zonas para proponer medidas geotécnicas
Molino Cuenca	2	Riesgo Moderado	Macrodeslizamiento	Se recomienda la inspección por parte de técnicos de las zonas para proponer medidas geotécnicas o el mover las torres.
Milagro – San Idelfonso - Machala	2	Riesgo Bajo	Deslizamientos superficiales	Se recomienda la inspección por parte de técnicos de las zonas para proponer medidas geotécnicas
Pascuales – Trinitaria	2	Riesgo Bajo	Deslizamientos superficiales	
Pascuales – Chongón – (Las Juntas) – Posorja	3	Riesgo Moderado	Procesos de remoción en masa tipo coluviones	
(Las Juntas) – Santa Elena	3	Riesgo Moderado	Procesos de remoción en masa tipo coluviones	

Medidas de control por Inundaciones

Línea de Transmisión	Vulnerabilidad	Riesgo	Amenaza	Medida de control
Molino Riobamba	2	Bajo	Inundación	Hacer simulacros de respuestas ante riesgo de inundaciones aplicando el Plan de Emergencias que dispone CELEC EP TRANSELECTRIC para las L/T.
Molino Cuenca	1	Bajo	Inundación	
Molino Zhoray Milagro	3	Riesgo Alto	Inundación, socavación, licuefacción, socavación	
Molino Pascuales,	2	Riesgo Moderado	Inundación	
Milagro – San Idelfonso - Machala	2	Riesgo Moderado	Inundación	
Pascuales - Trinitaria	3	Riesgo Alto	Inundación, socavación,	

ANÁLISIS DE RIESGOS

Línea de Transmisión	Vulnerabilidad	Riesgo	Amenaza	Medida de control
Pascuales – Chongón – (Las juntas)	2	Riesgo Moderado	Inundación	
(Las Juntas) – Santa Elena	2	Riesgo Moderado	Inundación	

Medidas de control por Incendios o explosiones

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
Molino Riobamba Totoras	Explosiones / Incendios	Muerte/lesiones	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta operacional ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	15	Grave	
Molino Cuenca		Muerte/lesiones	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	15	Grave	
Molino Zhoray Milagro		Muerte/lesiones	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.

ANALISIS DE RIESGOS

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	10	Serio	
Milagro San Idelfonso Machala		Muerte/lesiones	6	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	20	Grave	
Molino Pascuales		Muerte/lesiones	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	15	Grave	
Pascuales - Trinitaria		Muerte/lesiones	6	Leve	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el

ANALISIS DE RIESGOS

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
					mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	20	Grave	
Pascuales Chongón (Las Juntas)		Muerte/lesione s	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA..
		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	15	Grave	
		Muerte/lesione s	6	Leve	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Todo personal debe estar afiliado al IESS.
		Pérdida de flora y fauna	4	Leve	Cumplir con los procedimientos establecidos por CELEC EP TRANSELECTRIC para el mantenimiento de franja de servidumbre y el PMA.
(Las Juntas) Santa Elena		Afecación a Infraestructura	6	Serio	Se recomienda contratar póliza de seguro para la infraestructura. Formar el grupo de respuesta ante emergencias que cumpla las responsabilidades establecidas en el plan de emergencias.
		Suspensión de trabsmisión	20	Grave	

Medidas de control para trabajo en alturas

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
Molino Riobamba Totoras	Trabajo en alturas	Muerte/lesione s	16	Serio	Cumplir disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, para trabajos en
Molino Cuenca					
Molino Zhoray Milagro					

ANALISIS DE RIESGOS

Milagro San Idelfonso Machala					altura, incluye el uso de equipo de protección personal para trabajos en altura, la presencia de señalética preventiva, informativa y prohibitiva
Molino Pascuales					
Pascuales - Trinitaria					
Pascuales Chongón (Las Juntas)					
(Las Juntas) Santa Elena					

Medidas de control para ruido

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control	
			Rango	Nivel		
Molino Riobamba Totoras	Ruido	Superar límite permisible de normativa vigente	8	Leve	Realizar monitoreo de ruido, según normativa ambiental vigente.	
Molino Cuenca						
Molino Zhoray Milagro			16	Serio		
Milagro San Idelfonso Machala						
Molino Pascuales			8	Leve		
Pascuales - Trinitaria			16	Serio		
Pascuales Chongón (Las Juntas)			8	Leve		
(Las Juntas) Santa Elena			16	Serio		

ANALISIS DE RIESGOS

Medidas de control por emisión de campo electromagnético.

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
Molino Riobamba Totoras	Emisión de campo electromagnético	Superar límite permisible de normativa vigente	24	Grave	Mediciones de campos electromagnéticos y de su intensidad, según normativa ambiental vigente.
Molino Cuenca			16	Serio	
Molino Zhoray Milagro			24	Grave	
Milagro San Idelfonso Machala			8	Leve	
Molino Pascuales			16	Serio	
Pascuales - Trinitaria			8	Leve	
Pascuales Chongón (Las Juntas)			16	Serio	
(Las Juntas) Santa Elena			8	Leve	

Medidas de control por contacto eléctrico de las torres

L/T	Factor de Peligro	Impacto	Magnitud Riesgo (MR)		Medida de control
			Rango	Nivel	
Molino Riobamba Totoras	Contacto eléctrico	Electrocución	32	Grave	Mantener señalética preventiva de peligro eléctrico Para trabajadores verificar el cumplimiento de disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene del Trabajo de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP
Molino Cuenca					
Molino Zhoray Milagro					
Milagro San Idelfonso Machala					
Molino Pascuales					
Pascuales - Trinitaria					
Pascuales Chongón (Las Juntas)					
(Las Juntas) Santa Elena					