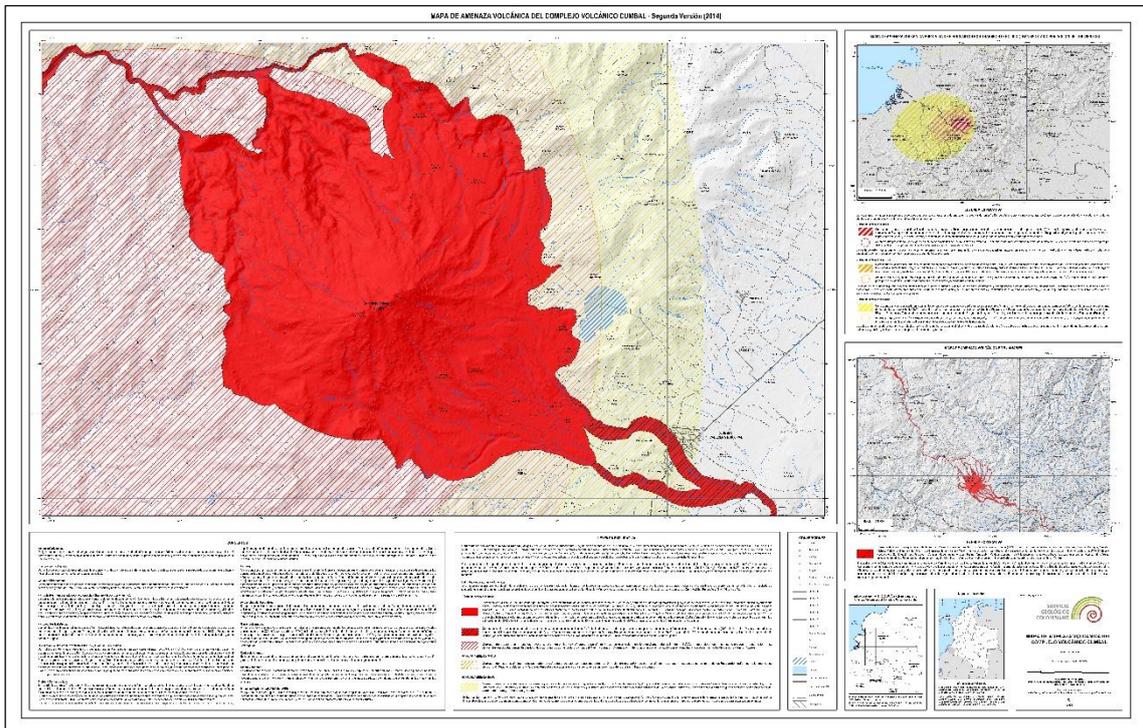


## MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO CUMBAL



### CONCEPTOS

#### **Amenaza Volcánica:**

Peligro latente de que un evento de origen volcánico se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Adaptada y aplicada de la Ley 1523 de 2012).

#### **Erupciones Explosivas:**

Son el tipo de actividad volcánica más potente, producen grandes cantidades de material fragmentado (piroclastos) que pueden ser expulsados por columnas eruptivas o flujos piroclásticos (corrientes de densidad piroclástica).

#### **Caída de Piroclastos:**

Como consecuencia de las erupciones explosivas los volcanes expiden a la atmosfera partículas fragmentadas (piroclastos) que de acuerdo a su tamaño se conocen como: ceniza (menor de 2 mm), lapilli (2 a 64 mm) y bloques y bombas (mayor de 64 mm). La caída de piroclastos se clasifica en:

##### **- Piroclastos transportados por acción eólica (transportados por el viento):**

La ceniza y la *lapilli* son transportados por el viento hasta zonas alejadas del volcán (cientos o miles de kilómetros) y depositados por efecto de la gravedad formando capas que siguen la topografía preexistente, la distribución de los piroclastos dependerá de la

dirección y velocidad del viento predominante; a medida que se aleja de la fuente, el espesor depositado disminuye al igual que el tamaño del fragmento de roca. Las caídas de piroclastos pueden causar: oscurecimiento del ambiente, infecciones e irritación en la visión y vías respiratorias de personas y animales, intoxicaciones y alergias, cubrimiento y enterramiento de infraestructuras y viviendas, obstrucción de drenajes artificiales, colapso de techos y líneas de conducción eléctrica, corrosión de elementos metálicos, pérdida parcial o total de vegetación, cultivos y ganado, contaminación de fuentes de agua, tormentas eléctricas y afectación al transporte aéreo y terrestre.

#### **- proyectiles Balísticos:**

Las bombas y los bloques (diámetro desde 64 mm hasta métricos) son expulsados con trayectorias parabólicas desde el cráter a diferentes velocidades (de decenas a centenares de metros por segundo). Por lo general su distribución está restringida a zonas cercanas al cráter cubriendo distancias menores a 10 Km. Estos pueden causar destrucción de viviendas, construcciones e infraestructura, muerte o lesiones graves a seres vivos por impacto directo, además de incendios de viviendas y en la cobertura vegetal.

#### **Corrientes de Densidad Piroclástica (Flujos y Oleadas Piroclásticas):**

Son nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas y gases calientes (de 300°C a > 800°C) que se mueven a grandes velocidades (de decenas a varios centenares de Km/h) desde el centro de emisión por los flancos del volcán tendiendo a seguir los valles. Se originan a partir del colapso gravitacional de columnas eruptivas y por la destrucción gravitacional y explosiva de domos y flujos de lava. La mayoría de los flujos piroclásticos tienen dos partes: un flujo basal, de fragmentos gruesos que se mueven a lo largo de la superficie del suelo y una nube turbulenta de ceniza que se eleva por encima del flujo basal. La ceniza puede caer desde esta nube siguiendo la dirección del viento. Los flujos y oleadas piroclásticas destruirán todo a su paso y pueden causar: arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, cubrimiento y enterramiento del área expuesta, obstrucción de cauces, relleno de depresiones topográficas e interrupción de vías. Muerte o graves lesiones a las personas y animales por quemaduras e inhalación de ceniza y gases calientes y tóxicos. La probabilidad de sobrevivir al impacto de un flujo piroclástico es nula.

#### **Flujos y Domos de Lava:**

Son corrientes de roca fundida a muy altas temperaturas, que son emitidas por el cráter o por grietas en los flancos del volcán, su velocidad y alcance dependen de la composición, así como del relieve. Existen lavas viscosas y fluidas: las viscosas presentan baja velocidad y muy poca área de cobertura, rara vez se extienden a más de 8 Km desde los focos de emisión; las lavas fluidas por el contrario pueden extenderse hasta decenas de kilómetros desde el foco de emisión.

Cuando las lavas son muy viscosas se acumulan en los centros de emisión formando montículos escarpados o cúpulas conocidos como domos de lava, que al enfriarse llegan a obstruir el cráter. Estos pueden explotar o colapsar generando flujos piroclásticos y en algunas ocasiones por deshielo y lluvias se forman lahares.

Los flujos de lava se mueven relativamente lento, de manera que las personas pueden alejarse de su trayectoria, sin embargo, todo en su camino será derribado, sepultado y

quemado debido a sus altas temperaturas. Las lavas específicamente pueden causar: - Destrucción de infraestructura, enterramiento, quema de cultivos e incendios forestales. - Muertes atribuidas a los flujos de lava son a menudo debido a causas indirectas, tales como las explosiones cuando la lava interactúa con el agua, asfixia debido a los gases tóxicos acompañantes. En caso de que exista una erupción que genere flujos de lava, se debe poner particular atención al avance de los mismos hacia centros poblados o infraestructuras.

### **Lahares:**

Corresponde a una mezcla de fragmentos de roca, arena, limo, arcilla, biomasa (vegetación, suelo, troncos de árboles arrastrados) y agua que se desplazan por los cauces de las quebradas y ríos ubicados en las laderas y planicies que circundan los volcanes. Un lahar en movimiento se presenta como una masa de concreto húmedo que carga fragmentos que varían desde arcilla hasta bloques de más de 10 m en diámetro. Los lahares van a variar dependiendo de la cantidad de material arrojado por el volcán y la cantidad de agua presente (fuertes lluvias, deshielo de glaciares y ruptura de lagos volcánicos) y pueden ser flujos de escombros o flujos hiperconcentrados. Estos tipos de flujos se pueden generar durante (primarios) o después (secundarios) de las erupciones volcánicas. Este fenómeno puede causar: arrasamiento, cubrimiento y destrucción de bosques, cultivos, vías y construcciones existentes a lo largo de su trayectoria (como puentes, casas e infraestructura); enterramiento y aislamiento de grandes extensiones de terreno; represamiento de los ríos y quebradas, lo que pueden generar inundaciones en las zonas planas cercanas al volcán. Por su velocidad y su energía, un lahar es un fenómeno muy peligroso y la probabilidad de sobrevivir a su impacto directo es mínima.

### **Avalanchas de Escombros:**

Son grandes deslizamientos de roca del edificio volcánico que pueden suceder como resultado de la inestabilidad de sus laderas. Puede deberse al ascenso de material volcánico (magma – roca fundida en el interior del volcán) o a un fuerte sismo cercano. Algunas veces estos deslizamientos están acompañados por actividad magmática que causa explosiones dirigidas (blast) en la misma dirección del deslizamiento. Las avalanchas de escombros son muy violentas, rápidas, móviles y arrasan con todo lo que encuentran en su trayectoria. Sin embargo, vale anotar que estos eventos son muy poco frecuentes en la vida de un volcán.

### **Gases volcánicos:**

Antes, durante y después de una erupción los volcanes emiten cantidades importantes de gases, siendo en su mayoría vapor de agua, al cual se suman ciertas concentraciones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) y H<sub>2</sub>S (sulfuro de hidrógeno) entre otros, los cuales se diluyen rápidamente en la atmósfera, de manera que no representan un peligro mayor para la salud humana. Sin embargo, las concentraciones de CO<sub>2</sub> y CO (gases inoloros) en depresiones topográficas pueden llegar a causar la muerte. Una exposición prolongada a gases volcánicos puede provocar irritación de los ojos y problemas respiratorios de personas y animales, destrucción de vegetación y cultivos. La mezcla agua de lluvia con estos gases pueden generar "lluvias ácidas", que pueden llegar a ser peligrosas en exposiciones prolongadas.

**Ondas de Choque:**

Es el empuje de aire comprimido que se propaga a una velocidad mayor que la del sonido originado en la explosión de una erupción volcánica; pueden causar vibración y rompimiento de ventanas, fisuras en paredes y líneas vitales y afectación en las personas y animales, según su cercanía.

**Sismo Volcánico:**

Los sismos generados por la actividad interna de un volcán se pueden presentar antes, durante y después de una erupción, son de magnitudes pequeñas a medianas, generalmente registrado por instrumentos diseñados para tal fin, pero pueden llegar a ser sentidos por las personas aún a varios Km de distancia. Los sismos volcánicos pueden ocasionar daños menores o inclusive colapso en viviendas y construcciones, daños en caminos, acueductos y en algunos casos agrietamientos y movimientos en masa.

**Índice de Explosividad Volcánica (VEI):**

VEI por sus siglas en inglés, es una escala que permite medir el tamaño o magnitud de erupciones volcánicas explosivas. Dicha escala varía de 0 a 8, donde el incremento en un número representa un aumento en el grado de explosividad. El VEI se establece de acuerdo a características de la erupción, tales como el volumen del material emitido, la altura de la columna eruptiva, la duración y otros parámetros cualitativos del evento eruptivo.

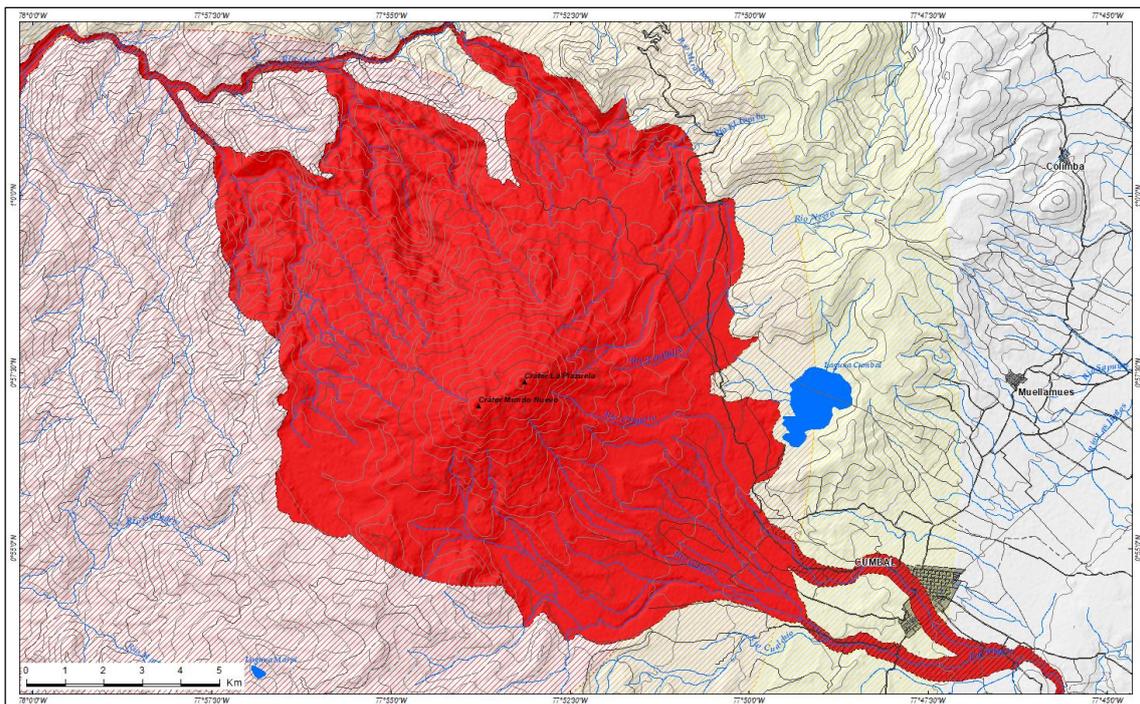
**LEYENDA EXPLICATIVA**

De acuerdo a lo establecido en la Ley 1523 de 2012, la información contenida en este mapa se constituye en una herramienta aportada desde el área del conocimiento, para contribuir a la gestión del riesgo de desastres, entendida como el proceso social que se orienta a formular, ejecutar, hacer seguimiento y evaluar todo el tema estratégico, programático y de ejecución que permita un adecuado ordenamiento de los territorios para la reducción del riesgo de desastres de sus comunidades, lo cual incluye temas de prevención, mitigación y respuesta.

**Generalidades del Complejo Volcánico Cumbal (CVC):**

Se encuentra ubicado al suroccidente (SW) del departamento de Nariño (Colombia), a 12 Km al noroccidente (NW) de la cabecera municipal de Cumbal, en las coordenadas geográficas 00°57'16" de latitud Norte (N) y 77°53'30" de longitud Occidente (W). Corresponde a un complejo volcánico de forma elongada en dirección suroccidente - nororiental (SW-NE), representada su amenaza por los volcanes actuales activos: Mundo Nuevo (4690 m de altura), con un cráter principal de 200 m de diámetro y Cumbal (4741 m.s.n.m) con el cráter principal La Plazuela de 250 m de diámetro; además del Cerro Awichu, Punta Vieja, Nieve Vieja y La Teta. En una futura erupción es posible la ocurrencia de uno o varios de los siguientes eventos volcánicos: flujos de lava, corrientes de densidad piroclástica (flujos y oleadas piroclásticas), proyectiles balísticos, caída piroclástica (proyectiles balísticos y transporte eólico), lahares y avalancha de escombros.

Como un escenario inicial podrían presentarse eventos de menor magnitud, que indicarían el comienzo de un proceso de reactivación. Este escenario inicial afectaría, en cierto grado la vida cotidiana de los habitantes de las zonas alrededor del CVC y se manifestaría con el incremento de actividad fumarólica, olores fuertes a gases volcánicos, ruidos, sismos volcánicos, explosiones, lahares, emisiones de ceniza y proyectiles balísticos. Ante estas situaciones, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) estará atento a evaluar la actividad y a socializar la información necesaria al respecto, de acuerdo con el conocimiento geológico que se tenga del volcán, el análisis de la información proveniente de la vigilancia volcánica, la normatividad y los protocolos sobre gestión del riesgo, vigentes en ese momento.



### Delimitación de Zonas de Amenaza

Este mapa representa la interpretación de la evaluación de la amenaza, resultado de la integración de los registros geológicos que permiten conocer los diferentes eventos de origen volcánico y su posibilidad de ocurrencia, así como también el resultado de simulaciones computacionales, considerando posibles focos de emisión los cráteres actuales activos de La Plazuela y Mundo Nuevo, algunos campos fumarólicos y las estructuras volcánicas de Cerro Awichu, Nieve Vieja, Punta Vieja y Cerro La Teta.

La información contenida en el mapa y explicada en esta memoria, es de carácter estrictamente referencial, para ser usado solamente como un insumo en la gestión del riesgo asociado al Complejo Volcánico Cumbal - CVC y no debe ser considerado como un mapa de vulnerabilidad ni de riesgo volcánico.

Los límites entre las diferentes áreas de amenaza (líneas punteadas) en ningún modo representan límites absolutos, sino que se deben considerar como zonas transicionales. Frente a la ocurrencia de otros fenómenos y/o eventos extremos poco frecuentes no

contemplados en este mapa, así como la ocurrencia en focos de emisión diferentes a los contemplados anteriormente, se requiere de investigaciones e inclusiones adicionales.

- **Zona de Amenaza Alta**



Corresponde a la zona que sería afectada por la mayoría y más destructivos de los eventos volcánicos como los flujos de lava, corrientes de densidad piroclástica (flujos y oleadas piroclásticas), Caída piroclástica (proyectiles balísticos y transporte eólico), lahares y avalancha de escombros. Los flujos de lava descenderían por las laderas de las quebradas Río Grande, La Vieja, Guapul, Güel, Hondón y Conejos, además de las quebradas y vertientes de los ríos Chiquito y Mulas, con un avance alrededor de 3,5 km. Las corrientes de densidad piroclástica afectarían las partes altas y laderas del CVC alcanzando la planicie hacia el suroriente (SE), canalizándose por los drenajes de las quebradas Pilches, Pistejo, La Puerta, La Vieja, Río Blanco, Río Negro, Guapul, Limones, El Corral, Río Grande, Güel, Hondón, Conejos y Guastar; además de las quebradas y vertientes de los ríos Chiquito y Mulas y podrían alcanzar distancias cercanas a los 10 km en ambos costados del CVC. Los proyectiles balísticos afectarían una zona de aproximadamente 5 km en todas las direcciones del edificio, que comprenden las partes altas de las laderas de las veredas Cuetial, Cuaical y Tola Alta. Las avalanchas de escombros afectarían las laderas del CVC y tendrían una distribución con mayor alcance (10 km) hacia el sector noroccidental y un avance cercano a los 5 km en otras direcciones.



Corresponde a las zonas que serían afectadas por *lahares*, partiendo desde la cima del CVC afectando todas las laderas, para encauzarse posteriormente por las diferentes cuencas. Por la del noroccidente (NW) a través del río Mulas y quebradas que nacen en el edificio volcánico, desembocando al río Guiza, afectando parte rural de los municipios de Ricaurte y Barbacoas, recorriendo distancias de hasta 70 km. Al suroriente (SE) por los drenajes que nacen en el volcán, hacia la cuenca del río Blanco y por este hasta alcanzar el río Carchi, recorriendo distancias de hasta 40 km, afectando el municipio de Cumbal, y zonas rurales de Carlosama, Aldana e Ipiales.



Corresponde a la zona con depósitos mayores a 10 cm de ceniza y *lapilli*, que podrían afectar las zonas rurales del municipio de Cumbal, desde la cima del CVC, hasta sectores en los cuales se encuentran algunos territorios de los Resguardos Indígenas, llegando a alcanzar algunas zonas de la provincia del Carchi (Ecuador). Además, el material acumulado en contacto con el agua lluvia puede ser removilizado y podría generar *lahares*.

- **Zona de Amenaza Media**



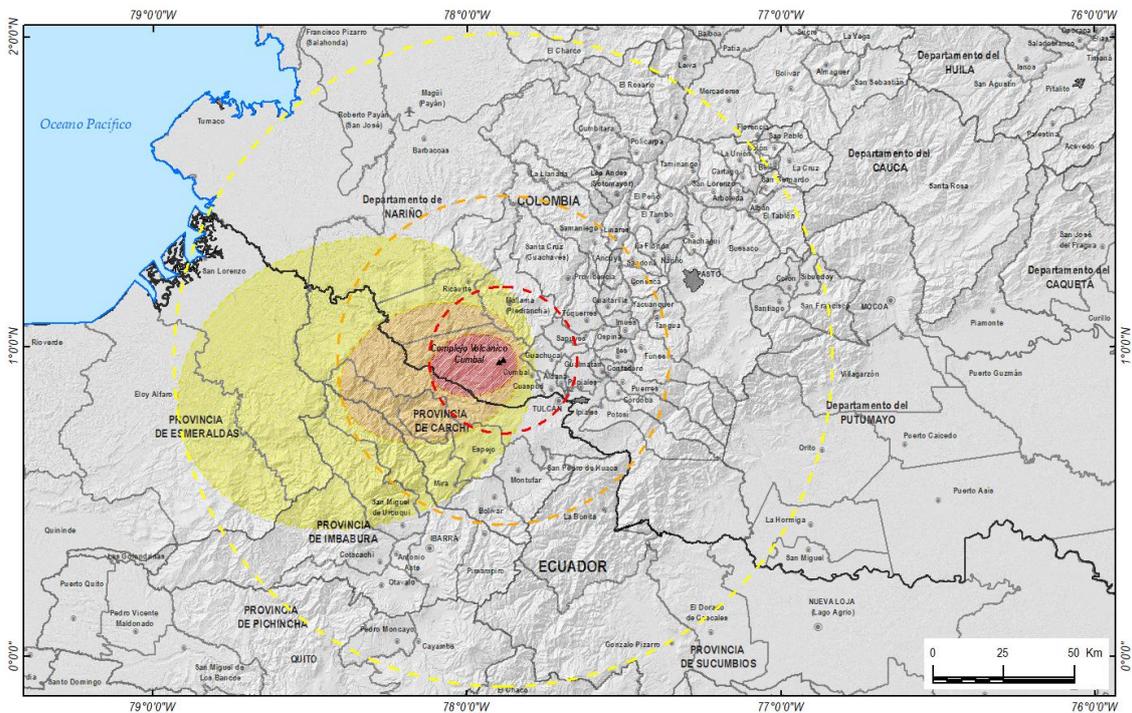
Corresponde a la zona afectada principalmente por caída de piroclastos con depósitos entre 1 y 10 cm de ceniza y *lapilli*, que podrían afectar las zonas rurales y algunos territorios de los Resguardos Indígenas de los municipios de Cumbal, Guachucal, Mallama y Ricaurte. Puede llegar a alcanzar algunos sectores de las provincias del Carchi e Imbabura (Ecuador).

- **Zona de Amenaza Baja**



Corresponde a la zona afectada principalmente por caída de piroclastos con depósitos entre 0,5 mm y 1 cm de ceniza y lapilli, que podrían afectar las cabeceras municipales de Cumbal, Piedrancha y Ricaurte; además, zonas rurales de los municipios de Cumbal, Guachucal, Mallama, Ricaurte, Barbacoas y Tumaco, donde estarían incluidos algunos territorios de Resguardos Indígenas. Puede llegar a alcanzar algunos sectores de las provincias del Carchi, Imbabura y Esmeraldas (Ecuador).

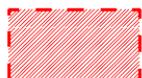
### MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA POR CAÍDA DE PIROCLASTOS POR TRANSPORTE EÓLICO (TRANSPORTADO POR ACCIÓN DE LOS VIENTOS)



#### Legenda Explicativa

Se visualiza en el mapa la afectación que se puede generar bajo el escenario de una columna eruptiva de hasta 10 Km de altura sobre la cima del edificio volcánico; representando la tendencia predominante de los vientos como las posibles variaciones en dirección de los mismos.

#### Zona de Amenaza Alta



Corresponde a la zona con depósitos de espesores mayores a 10 cm de piroclastos de caída, extendiéndose en un radio aproximado de 30 Km en

la dirección predominante de los vientos al suroccidente (SW), que podrían afectar las zonas rurales del municipio de Cumbal, sectores en los cuales se encuentran algunos territorios de los Resguardos Indígenas, llegando a alcanzar sectores de la provincia del Carchi (Ecuador). Además, el material acumulado en contacto con el agua lluvia puede ser removilizado y podría generar *lahares*.



Amenaza Alta proyectada: Zona expuesta a caída de piroclastos con acumulaciones mayores a 10 cm, cubriendo las direcciones alrededor de la cima del CVC no contempladas en la tendencia principal de los vientos, lo cual podría afectar otras cabeceras y/o zonas rurales de municipios.

La caída de este material puede provocar la muerte de personas y animales por enterramiento, colapso de techos, asfixia, intoxicación, afectación a obras de infraestructura y líneas vitales, destrucción total de la vegetación, contaminación de fuentes y reservorios de agua, daños a aeronaves.

### Zona de Amenaza Media



Corresponde a la zona afectada principalmente por caída de piroclastos con depósitos de espesor entre 1 cm y 10 cm, extendiéndose en un radio aproximado de 60 Km en la dirección predominante de los vientos al suroccidente (SW), que podrían afectar las zonas rurales y algunos territorios de los Resguardos Indígenas de los municipios de Cumbal, Guachucal, Mallama y Ricaurte. Puede llegar a alcanzar algunos sectores de las provincias del Carchi e Imbabura (Ecuador). Además, el material acumulado en contacto con el agua lluvia puede ser removilizado y podría generar *lahares*.



Amenaza Media proyectada: Zona expuesta a caída de piroclastos con acumulaciones entre 1 cm y 10 cm, cubriendo las direcciones alrededor de la cima del CVC no contempladas en la tendencia principal de los vientos. Lo cual podría afectar otras cabeceras y/o zonas rurales de municipios.

La caída de este material puede provocar efectos nocivos a la salud humana y animal (infecciones respiratorias y nasogástricas, alergias, irritaciones, intoxicaciones), deformación o colapso de techos e incluso estructuras de baja resistencia, afectación a obras de infraestructura y líneas vitales, contaminación de fuentes y reservorios de agua, daños a vegetación y cultivos, se puede producir cierre de aeropuertos, daños a aeronaves y afectación al transporte aéreo y terrestre.

### Zona de Amenaza Baja



Corresponde a la zona afectada principalmente por caída de piroclastos con depósitos de espesor entre 0,5 mm y 1 cm, extendiéndose en un radio aproximado de 120 Km en la dirección predominante de los vientos al suroccidente (SW), que podrían afectar las cabeceras municipales de Cumbal, Piedrancha y Ricaurte; además, zonas rurales de los municipios de Cumbal, Guachucal, Mallama, Ricaurte, Barbacoas y Tumaco, donde estarían incluidos algunos territorios de



Cumbal y Ricaurte) y atravesando los territorios de los Resguardos Indígenas de la Etnia AWÁ (Pialapi – Pueblo Viejo- San Miguel –Yare, Guadual – Cumbas- Magüi- Invina- Arrayan, Palmar, Cuasuabi – Paldubi, Cuaiquer – La Milagrosa) del municipio de Ricaurte; estos flujos podrían alcanzar al río Güiza en los sectores de los Resguardos Indígenas de Chagui – Chimbuza – Vegas y Gran Sábalo del municipio de Barbacoas; recorriendo distancias de hasta 70 Km.

Hacia el suroriente (SE), los flujos avanzarían por las quebradas La Vieja, Río Blanco, Río Negro, Güapul, Limones, El Corral y el río Chiquito afluentes del río Blanco, continuando hasta inmediaciones de Cuaspud – Carlosama, incomunicando el paso con los municipios de Aldana e Ipiales y, posteriormente, desembocando al río Carchi, recorriendo distancias de hasta 40 Km. Debido al posible trayecto de los lahares por el río Chiquito, éstos podrían llegar a afectar parte del casco urbano del municipio de Cumbal, en ese caso, sería necesario realizar estudios detallados sobre el comportamiento y grado de afectación de estos flujos, que contemplen entre otros análisis hidrológicos que conlleven a describir mejor la dinámica de éste fenómeno en zonas urbanas. Es importante mencionar que los resultados presentados están desarrollados a escala regional sin grado de detalle.